COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

DISCOURS PRONONCÉS AUX FUNÉRAILLES DE M. BREGUET.

Allocution de M. Janssen

au nom de l'académie.

« Messieurs,

» Je ne puis encore, je vous l'avoue, me persuader que c'est la dépouille de mon cher Breguet qui est là, gisante dans ce cercueil. Vous vous rappelez, mes chers Confrères, ce banquet de l'Institut qui nous réunissait jeudi dernier, et auquel Breguet assistait plein de vie, et presque de gaîté. Quelle est donc la cause qui a pu détruire en un instant une organisation si puissante et si riche, qui semblait défier les années et qui promettait une longue et verte vieillesse? Comment toutes nos prévisions si fondées peuvent-elles être si cruellement démenties?

» La cause physique qui a produit ce déplorable événement, nous l'ignorons encore, mais la cause morale, hélas! nous ne l'entrevoyons que trop, et les deuils répétés, sans consolation possible, qui sont venus frapper coup sur coup cette malheureuse famille, n'expliquent que trop l'événement final qui nous amène ici.

» Notre Confrère, en effet, a vu tomber successivement tout ce qui formait le but et l'espoir de sa vie. C'est d'abord une fille chérie qui lui est enlevée dans la force et la grâce de l'âge. C'est son neveu, M. Niaudet-Breguet, cet homme charmant, cet esprit si distingué, notre cher trésorier de la Société de Physique, qui tombe au milieu de sa carrière.

» Ces deuils sont déjà bien cruels, mais il en est un qui devait porter à

notre Confrère un coup sans remède. Breguet avait une noble et suprême ambition : son nom, il le considérait comme un glorieux héritage qu'il devait transmettre, plus glorieux encore, à un fils digne de lui. Noble et légitime désir, car il fait d'une famille comme un résumé de la famille humaine où tout se reçoit pour se transmettre, et où notre plus réelle grandeur est de nous tenir à notre rang, et de n'avoir que la seule ambition de rendre agrandi le dépôt qui nous a été confié.

» Ce désir de notre Confrère semblait avoir été exaucé, au delà même de ses espérances. Breguet avait un fils, Antoine, que nous avons tous connu. Vous savez avec quelle complaisance nous avions vu ce jeune homme grandir sous nos yeux, et se mettre enfin en pleine possession du rôle que lui destinait son père. Antoine Breguet, élève de l'École, avait reçu une solide instruction théorique et, avec son père, il s'était initié à tous les secrets de la pratique. Pour moi, il représentait, en avenir, comme le type du grand artiste-constructeur, de cette classe d'hommes éminents qui, à notre époque, prennent une place de plus en plus importante, car c'est à eux que la Société doit de bénéficier des découvertes de la Science.

» Breguet avait donc un successeur comme il le souhaitait, et qui réalisait le rêve et l'ambition de toute sa vie. Or voilà qu'en un instant la mort vient tout détruire, et Antoine expire à trente ans et presque dans les bras de son père!

» Nous fûmes tous atterrés. Pour Breguet, c'était un coup écrasant qui dépassait les forces humaines. Le ciel du vieillard, éclairé seulement des lueurs de plus en plus pâlissantes du couchant, est trop triste par lui-même, il lui faut la jeune et chaude clarté d'un astre ami qui se lève à son orient; c'est là la joie suprême et la suprême consolation que la nature nous a réservée, lorsqu'elle nous a refusé une vie immortelle.

» Ah! Breguet, que ton ciel fut sombre après cette œuvre cruelle de la Mort! J'ai lu alors dans ton âme, et j'y ai vu sans doute l'effort de l'homme courageux qui se raidit, par devoir, contre un destin impitoyable; mais j'y ai lu aussi le découragement profond, l'amertume d'un long espoir déçu, la douleur de sentir aux approches de la fin un avenir qui échappe tout entier.

» Mais, Messieurs, les regrets que nous éprouvons de la perte de ce grand artiste ne doivent pas nous faire oublier l'hommage que nous lui devons pour les services qu'il a rendus à la Science et à ses plus hautes applications.

» A cet égard, Messieurs, ma tâche sera facile et presque inutile, car

notre Confrère a eu le rare privilège de voir ses travaux connus de tous, et, héritier d'un nom déjà populaire, d'avoir su le rendre plus populaire encore.

» Au début de sa carrière, Breguet, petit-fils d'un horloger illustre, et doué comme il l'était, n'avait qu'à suivre une voie toute tracée qui lui promettait honneur et fortune. Mais la télégraphie électrique, déjà appliquée en Amérique, faisait alors son apparition dans le monde, et le jeune artiste, pressentant l'immense avenir de cette admirable application des découvertes de Volta, d'Arago et d'Ampère, voulut en personnifier l'introduction en France.

» Il faudrait une bien longue analyse pour parler de toutes les inventions, de tous les appareils, de tous les ouvrages qui ont marqué le développement de cette longue carrière. Disons seulement, pour la résumer, qu'il fut chez nous l'initiateur de la télégraphie électrique, que, malgré les immenses développements de ces applications, il sut toujours rester au premier rang, et que de ses ateliers sont sortis une foule d'ingénieurs ou de praticiens qui sont aujourd'hui la force et l'honneur de ces arts électriques qui prennent un si prodigieux développement.

» Mais cette œuvre déjà si considérable, et qui suffirait à illustrer un constructeur et un artiste, n'est pas la seule qui appelle la reconnaissance nationale. Et ici, Messieurs, ayant l'honneur de représenter l'Académie, j'ai un devoir particulier à remplir.

» Je veux parler de ce concours éminent que Breguet ne cessa, durant sa longue carrière, de donner aux sciences pures. Parmi les travaux de cet ordre, vous vous rappelez, Messieurs, ces belles expériences sur la lumière qui ont eu un si glorieux et si légitime retentissement. Arago avait indiqué un plan d'expériences pour décider entre les deux systèmes sur le mode de transmission de la lumière. MM. Fizeau et Foucault apportèrent chacun un mode particulier de solution du problème. Dans ces admirables expériences, Breguet et Froment se partagèrent l'honneur d'avoir donné les moyens de réalisation. La part de Breguet fut si grande que l'un des auteurs de ces belles conceptions voulut le considérer comme son collaborateur. J'ai cité cet exemple, parce qu'il fut peut-être le plus remarqué, mais dans combien de circonstances Breguet n'a-t-il pas donné son concours? Quand notre savant Confrère, M. Yvon Villarceau, voulut faire exécuter son régulateur astronomique, ce fut à Breguet qu'il s'adressa, et je puis affirmer que cet artiste était peut-être le seul qui pût réaliser les conditions si précises et si délicates exigées par l'instrument.

» Il en fut de même dans les questions où il s'agit d'obtenir des différences de longitude par l'électricité : ce fut encore à Breguet que nos Collègues du Bureau des Longitudes s'adressèrent. Dernièrement encore, quand mon illustre ami, M. Graham Bell, vint en France pour recevoir le grand prix que l'Académie lui décernait et faire connaître sa nouvelle découverte, le photophone, ce fut encore la maison Breguet qui exécuta les appareils, et Antoine Breguet qui donnait son ardent concours. Aussi, Messieurs, étions-nous habitués à compter sur Breguet, soit pour de judicieux conseils, soit pour un aide matériel et une collaboration effective. Il n'est donc que juste de dire que l'Académie, le Bureau des Longitudes et tous les jeunes savants font en Breguet une perte peut-être irréparable ; ils perdent en lui un grand artiste qui aimait et admirait la Science, que toutes les conceptions belles et sérieuses intéressaient et trouvaient disposé à les réaliser; un conseiller d'une expérience et d'une autorité incomparables.

» Voilà, Messieurs, tout ce que la mort nous enlève dans notre Confrère. Elle y ajoute encore cette amertume que celui qui était si digne de nous dédommager nous manque également.

» Mais Breguet laisse des petits-enfants. Ne pouvons-nous espérer qu'ils sont destinés à faire revivre encore un nom qui nous est cher? Je voudrais, Messieurs, que l'Académie, que le Bureau, que nous tous, nous considérassions comme chargés de cette tutelle morale. Les Breguet ont assez fait pour l'honneur de l'industrie et de la Science, pour avoir le droit de nous demander cette douce charge.

» Ah! si quelque chose eût pu consoler le vieillard quand il perdit son fils, si aujourd'hui quelque chose pouvait encore animer cette cendre et consoler cette noble veuve, ce serait la ferme assurance que la postérité de Breguet est sous la tutelle de la France, et que ce nom cher au pays est destiné à se relever et à briller encore au premier rang dans les hautes applications de la Science.

» C'est le vœu que je forme, en t'adressant, ô Breguet, ô mon cher et si regretté Confrère, nos derniers adieux. »

Discours de M. l'Amiral Cloué,

vice-président du bureau des longitudes.

« Messieurs,

« En l'absence de M. Faye, Président du Bureau des Longitudes, qui est en mission à l'étranger et regrettera amèrement de n'avoir pu assister aux obsèques de son vieil ami, c'est à moi que revient le douloureux honneur de prendre la parole sur le bord de cette tombe, pour dire, au nom des membres du Bureau, un dernier adieu à notre cher et profondément regretté Collègue, qu'une maladie foudroyante vient d'enlever à sa famille, à ses amis et à la Science.

» Louis Breguet, né à Paris le 22 décembre 1804, a porté dignement un nom illustre. Il était petit-fils d'Abraham Breguet qui, perfectionnant toutes les branches de son art, a égalé par le talent et surpassé par la renommée les grands maîtres, Berthoud et Leroy, qui l'avaient formé.

» La première éducation de Louis Breguet a été entièrement pratique. Son père l'avait placé en apprentissage à Neuchâtel en Suisse, et il revint à Paris à l'âge de dix-huit ans, très habile ouvrier, mais fort peu instruit.

» Sans négliger dans les ateliers de son père aucun des travaux dont on lui confiait la direction, Breguet voulut remonter aux principes et devenir théoricien. Arago, ami de son père et bientôt le sien, l'y encouragea. C'est d'après ses conseils qu'il suivit, comme externe, les Cours de l'École Polytechnique, et à l'étude de la Mécanique joignit celle de la Physique et des Mathématiques sur lesquelles tout s'appuie.

» Chef bientôt d'une maison importante dont son père lui abandonna la direction, Breguet, pour conserver le premier rang parmi les plus habiles horlogers, n'avait besoin d'aucun effort; ses ambitions étaient plus hautes, les phénomènes électriques lui avaient révélé une voie nouvelle.

» Son premier travail scientifique, dans lequel Masson fut son collaborateur, fut très remarqué en 1842, et, cependant, c'est seulement vingt ans après qu'on a pu lui rendre pleine justice. Breguet et Masson ont préparé les travaux de Ruhmkorff dont le célèbre appareil, sans eux, aurait peut-être été impossible.

» Le nom de Breguet est dignement associé à un souvenir de plus haute importance encore, et dont vient de parler M. Janssen. Lorsque Arago, peu d'années avant sa mort, proposa l'admirable expérience qui devait décider

sans appel dans le grand procès entre les deux théories de la lumière, il avait besoin d'un miroir animé d'une rotation rapide. « Combien voulez-vous de tours? lui demanda Breguet. — Le plus que vous pourrez », fut la seule réponse. Breguet en obtint plus de mille par seconde; son appareil les comptait exactement.

» La Télégraphie électrique en France est, on peut le dire, la création et l'œuvre de Breguet. Sa destinée était d'associer son nom aux grands événements de la Science en résolvant le difficile problème de le transmettre plus glorieux encore qu'il ne l'avait reçu.

» Ici, je me trouve amené à parler de son fils Antoine, élève de l'École Polytechnique, directeur après son père de la maison de construction d'appareils électriques et organisateur de l'Exposition d'électricité de 1881. La mort de ce jeune savant, avant sa trentième année, au moment où il venait d'être admis dans la Légion d'honneur, et où il promettait, lui aussi, d'illustrer à son tour le nom illustre des Breguet, cette mort prématurée a accablé son père qui, jusque-là, portait sans fatigue ses soixante-seize ans accomplis.

» Breguet, en 1847, avait été jugé digne d'entrer à l'Académie des Sciences. Arago recommandait sa candidature soutenue par vingt-cinq suffrages : il échoua cependant et ne se représenta de nouveau qu'en 1873 pour une place d'Académicien libre. Il fut vaincu une seconde fois, mais par un concurrent devant lequel tout s'incline : j'ai nommé le comte Ferdinand de Lesseps. Cependant l'Académie, peu de mois après, s'empressait de lui témoigner par plus de cinquante suffrages ses sympathies et sa haute estime.

» Breguet était le doyen des membres du Bureau des Longitudes; il y était entouré du respect dû à son grand âge et à ses importants travaux; son aimable caractère lui avait conquis toutes nos affectueuses sympathies.

» Alerte comme à son ordinaire et plein de vigueur, il était présent à notre séance de mercredi dernier. Le lendemain, c'est-à-dire la veille même de sa mort, il assistait sans indisposition apparente au dîner de l'Institut; c'est donc plein de santé que Dieu l'a subitement rappelé à lui. Il est parti sans que son intelligence ait subi le moindre affaissement, frappé au poste d'honneur qu'il occupait dans la Science depuis si longtemps.

» Adieu, cher et aimable Collègue, reposez en paix dans le sein de Dieu; votre nom demeurera célèbre pour tous, et votre cher souvenir restera gravé profondément dans le cœur de vos amis.

» Adieu Breguet, cher Collègue, adieu! »

SÉANCE DU LUNDI 5 NOVEMBRE 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Daubrée** annonce à l'Académie la mort de M. *Lawrence Smith*, l'un de ses Correspondants pour la Section de Minéralogie, qui a succombé, le 12 octobre, dans sa résidence, à Louisville (Kentucky).

« M. Lawrence Smith a doté la Chimie de méthodes nouvelles d'analyse, parmi lesquelles son procédé de dosage des alcalis dans les silicates est bien connu et souvent employé. Il a porté ses recherches sur l'étude difficile des terres qui accompagnent l'oxyde de cérium, et celles qui se trouvent dans les colombates.

» Parmi ses travaux de Minéralogie, je me bornerai à rappeler celui par lequel il débuta, et qui parut en 1850. Il découvrit en Asie Mineure, aux environs de Smyrne, cinq gisements de la variété de corindon connue sous le nom d'*émeri*, espacés sur une bande de 200^{km}. Puis, ayant étudié d'une manière approfondie les gisements de l'archipel grec, particulièrement celui de Naxos, qui avait été seul exploité depuis l'antiquité, il décrivit avec tant de précision les minéraux qui y accompagnent la substance utile, que ce signalement décela, quatorze ans plus tard, l'existence de l'émeri aux États-Unis, dans l'État de Massachussets. Ici, comme ailleurs, la nature de l'émeri avait d'abord été confondue avec celle de la magnétite : exemple de l'utilité des connaissances théoriques pour les applications pratiques.

» Ce sont surtout les météorites qui ont occupé M. Lawrence Smith. A part des études générales, il a fait connaître avec une grande exactitude la composition de beaucoup d'entre elles, et particulièrement de beaucoup d'holosidères. Il y a signalé la présence constante du cobalt, ainsi que celle du phosphore. Il a aussi découvert une espèce remarquable qui, jusqu'à présent, n'a pas été trouvée dans l'écorce terrestre, le sesquichlorure de

chrome. Il a appelé l'attention sur les trois chutes remarquables survenues, en trente-deux jours, sur un espace très limité (2° de latitude sur 6° de longitude), qui a été le réceptacle de la plupart des chutes observées depuis dix-huit ans aux États-Unis.

» Dans un Mémoire récent, ce savant a contribué à établir que les masses de fer natif du Groënland ne sont pas d'origine cosmique, comme l'avaient d'abord fait supposer leur nature métallique et leur composition, mais qu'elles font partie intégrante des masses doléritiques qui les accompagnent.

» Nous ne saurions oublier de rendre une fois de plus hommage à la générosité inépuisable avec laquelle M. Lawrence Smith, à diverses reprises, a enrichi la collection du Muséum : il y portait un plus vif intérêt encore qu'à sa collection personnelle. Il tenait à ce que toutes les chutes des États-Unis y fussent largement représentées, au point de se dessaisir en notre faveur d'échantillons uniques et d'une grande valeur : telle est notamment la masse de fer de Cohahuila (Butcher), d'un poids de 250^{kg}, qui est un des principaux ornements de notre collection. »

M. Th. du Moncel, en présentant à l'Académie la troisième édition de son Ouvrage sur « l'Éclairage électrique », fait observer que, en raison des inventions si nombreuses qui se produisent journellement dans cette application de la Science, il a été obligé de publier en deux Volumes cette nouvelle édition.

Dans le premier Volume, il traite la question des générateurs électriques applicables à la lumière électrique; dans le second, les appareils de lumière et toutes les applications qui en ont été faites.

« Aujourd'hui, dit-il, les générateurs électriques de lumière sont de plusieurs sortes, et l'on peut employer les piles à acides, les accumulateurs, les piles thermo-électriques et les machines d'induction. De ces divers générateurs, ce sont les machines d'induction qui sont les plus économiques et les plus employées; mais celles-ci peuvent être de diverses natures; elles peuvent être à courants continus ou alternatifs, à enroulements simples ou à doubles enroulements, à inducteurs isolés ou à inducteurs intercalés dans un même circuit ou en dérivation; elles peuvent être unipolaires ou à doubles armatures, et toutes ont des caractères particuliers qui les rendent propres à tel ou tel genre d'applications. Toutes ces différentes classes de machines sont étudiées avec détail dans ce premier Volume, ainsi que

certains effets qui résultent des actions parasites qui s'y manifestent et des magnétisations complexes qui résultent d'une armature de fer soumise à un double effet de polarisation magnétique par l'inducteur et le courant induit créé en elle. Les courants de réaction étudiés par M. Jamin, et qui sont la conséquence d'une dissymétrie des électrodes de l'arc, y sont l'objet d'une mention particulière, aussi bien que l'influence qu'exerce sur le travail des machines la résistance plus ou moins grande du circuit extérieur. Enfin les Rapports de la Commission internationale de l'Exposition d'électricité de 1881 sur le travail et le rendement de ces machines et des accumulateurs y sont longuement analysés, et le Volume se termine par la reproduction, d'après M. Marcel Deprez, des caractéristiques des principales machines, la description des divers systèmes proposés pour la distribution de la lumière électrique et celle des compteurs d'électricité, qui peuvent être électrochimiques ou électromagnétiques.

» La première Partie du second Volume se rapporte à l'exposé général des divers modes de production de la lumière électrique, aux systèmes par l'arc voltaïque, par l'incandescence, par la semi-incandescence, par une transformation à l'aide d'une action inductrice, par l'intermédiaire de conducteurs de mauvaise conductibilité, par des réflexions multiples. Tout ce qui se rapporte aux charbons employés pour cette lumière y est longuement traité, ainsi que la partie historique des inventions. Puis vient la description des lampes électriques, qui sont réparties en deux grandes catégories, les lampes à arc et les lampes à incandescence; mais les lampes elles-mêmes sont devenues si nombreuses et ont été établies sur des principes tellement différents qu'il a fallu les répartir aussi en plusieurs catégories. C'est ainsi que les lampes à arc comprennent les régulateurs à mouvements progressifs, les régulateurs à effets différentiels, les lampes à charbons circulaires, les lampes à effets hydrostatiques, les lampes fondées sur les répulsions des éléments contigus d'un même courant, les bougies électriques, les lampes à arc produit à la surface d'une matière réfractaire; c'est encore ainsi que les lampes à incandescence comprennent : les lampes à incandescence à baguette de charbon s'illuminant dans des globes hermétiquement fermés, les lampes à semi-incandescence brûlant dans l'air, les lampes à filament de platine ou de charbon du type Edison. Tous ces systèmes comprennent un grand nombre de modèles dont je décris les principaux. Puis je consacre un Chapitre entier à l'étude du rendement économique de ces lampes et au prix de revient de la lumière électrique, en m'appuyant sur les Rapports de la Commission de l'Exposition de

Paris de 1881 et de l'Exposition de Munich de 1882. Enfin je termine par les applications qui ont été faites de la lumière électrique à l'éclairage public et privé, à l'éclairage des phares, à l'éclairage des navires, aux signaux nautiques, à la guerre et à la marine, aux chemins de fer, à l'éclairage des galeries de mine et des travaux de nuit, à l'éclairage des gares et des ateliers, à la médecine et à la chirurgie, à la pêche, aux travaux sous-marins, aux projections des expériences d'optique, aux reproductions photographiques et aux représentations théâtrales. »

MEMOIRES PRÉSENTÉS.

M. G. Cabanellas adresse une Note intitulée : « Extension de la première loi de Kirchhoff : La somme des courants qui entrent dans toute portion d'un système quelconque en équilibre dynamique est égale à la somme des courants qui sortent de cette portion du système. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. A. Netter adresse, par l'entreprise de M. le Ministre de l'Instruction publique, une Note relative aux épidémies de choléra.

(Renvoi à l'examen de M. Vulpian.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un « Éloge de M. J. Maillard de la Gournerie », par M. le colonel *Laussedat*, Directeur du Conservatoire national des Arts et Métiers;

2° Un volume de M. le Dr *Foissac*, portant pour titre : « Hygiène des saisons ».

M. le Secrétaire perpétuel présente à l'Académie un nouveau numéro du *Bullettino* publié par M. le prince *Boncompagni*. Ce numéro contient huit Lettres inédites du P. *Claude Jacquemet*, avec une préface par M. Aristide Marre.

ASTRONOMIE. — *Sur l'une des méthodes données par M.* Lœwy, *pour déterminer les ascensions droites des étoiles circompolaires.* Note de M. F. **Gonnessiat**, présentée par M. Faye.

« Comme contrôle des corrections relatives à quelques étoiles circompolaires publiées le 13 août 1883, j'ai fait une série d'observations comparatives par l'ancienne méthode basée sur les positions conclues à Lyon et par l'une des méthodes absolues récemment indiquées par M. Lœwy.

» Le premier des procédés de M. Lœwy peut d'ailleurs seul être employé avec notre instrument, dont le champ n'a que 40′; et, de plus, il faut, dans la majorité des cas, abréger beaucoup l'intervalle de temps qui sépare les deux séries conjuguées, ce qui augmente dans une notable proportion l'effet des erreurs portant sur la différence des déclinaisons. Enfin, bien qu'on ait procédé à une revision complète des diverses pièces de l'instrument, il n'est pas sûr que toutes les conditions de stabilité qu'exige cette méthode aient toujours été suffisamment remplies.

» Quoi qu'il en soit, le Tableau suivant donne les résultats de ces comparaisons, en ce qui concerne l'azimut de la mire Nord de notre instrument. Les nombres expriment des millièmes de seconde de temps, et les numéros qui désignent quelques étoiles se rapportent à la liste publiée par M. Lœwy (*Comptes rendus,* 18 juin 1883).

	Ancienne méthode.					Première des méthodes de M. Lœwy.			
			Azimut						
Date 1883.	Étoiles.		brut.	corrigé d'après Lyon.		Étoiles.		Azimut.	
Juin 20....	5140 B.A.C.	S	−877	−742		64 Lœwy	S	−763	−765
»	1235 B.A.C.	I	723	798	−770	25 L.	I	766	
»	ε Pet. Ourse	S	888	771					
23....	5140 B.A.C.	S	902	767					
»	1235 »	I	697	772	772	64 L.	S	694	715
»	ε P.O.	S	884	767		25 L.	I	736	
»	δ P.O.	S	847	779					
27....	5140 B.A.C.	S	997	862		64 L.	S	848	826
» ...	1235 »	I	738	813	830	25 L.	I	805	
»	δ P.O.	S	883	815					
28....	5140 B.A.C.	S	957	822					
»	1235 »	I	713	788	798	64 L.	S	777	803
»	ε P.O.	S	916	793		25 L.	I	828	
»	δ P.O.	S	850	782					

Date 1883.	Étoiles.		Ancienne méthode. Azimut brut.	Azimut corrigé d'après Lyon.		Première des méthodes de M. Lœwy. Étoiles.		Azimut.	
Juillet 2...	5140 B.A.C.	S	972	867					
»...	1235 »	I	786	891		64 L.	S	944	
»...	ε P.O.	S	1115	998	909				917
»...	δ P.O.	S	931	875		24 L.	I	893	
»...	51 Hév.	I	809	894					
Juillet 6...	5140 B.A.C.	S	961	826		67 L.	S	782	
»...	ε P.O.	S	955	838	826				830
»...	δ P.O.	S	881	813		25 L.	I	877	
7...	5140 B.A.C.	S	966	831					
»...	ε P.O.	S	900	783		66 L.	S	799	
»...	δ P.O.	S	873	805	805	25 L.	I	825	812
»...	51 Hév.	I	745	800					
Août 1.....	α P.O.	I	785	769					
».....	δ P.O.	S	869	801		79 L.	S	825	
».....	51 Hév.	I	699	754	775				800
».....	λ P.O.	S	909	763		2320 B.A.C.	I	775	
».....	2320 B.A.C.	I	819	790					
2.....	α P.O.	I	845	829					
».....	ε P.O.	S	928	811		79 L.	S	778	
».....	δ P.O.	S	854	786	807				765
».....	2320 B.A.C.	I	937	791		2320 B.A.C.	I	752	
».....	λ P.O.	S	845	816					
Août 3.....	δ P.O.	S	836	768					
».....	51 Hév.	I	733	788		79 L.		810	
».....	2320 B.A.C.	I	946	800	787	2320 B.A C.	I	775	792
».....	λ P.O.	S	822	793					
4.....	α P.O.	S	871	855					
».....	δ P.O.	S	835	767		79 L.		720	
».....	51 Hév.	I	775	830	821				753
».....	2320 B.A.C.	I	965	819		2320 B.A.C.		786	
».....	λ P.O.	S	863	834					
			Moyenne.....		—809				—798

» Les résultats des deux séries d'observations concordent en général assez bien; la faible différence des moyennes générales provient surtout du nombre, évidemment peu exact, obtenu le 23 juin par la méthode absolue ».

MÉCANIQUE. — *Sur une Communication de M.* Boussinesq, *relative à l'équilibre d'un anneau circulaire;* par M. **Maurice Lévy**.

« I. Dans la séance du 24 septembre dernier, j'ai lu un Mémoire : *Sur un nouveau cas intégrable du problème de l'élastique* et, comme application, j'ai traité le problème de la stabilité de l'équilibre élastique d'un anneau circulaire mince, soumis à une pression normale, uniformément répartie sur sa fibre moyenne.

» J'ai montré qu'on est assuré qu'un tel anneau ne pourra pas s'écarter de la forme circulaire, quelque dérangement accidentel qu'il subisse, si la pression p qu'il supporte par unité de longueur de sa fibre moyenne satisfait à l'inégalité

$$\text{(1)} \qquad \frac{\mathrm{EI}}{p\mathrm{R}^3} > \frac{4}{9},$$

E, I ayant les significations habituelles, et R étant le rayon de la circonférence de la fibre moyenne, supposée comprimée sans flexion.

» Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 15 octobre, M. Boussinesq croit avoir donné, de ce résultat, une démonstration simple et pense même avoir établi une limite un peu meilleure que celle $\frac{4}{9}$, à savoir $\frac{3}{9}$ ou $\frac{1}{3}$.

» II. M. Boussinesq, au lieu de considérer, comme je le fais, les déformations finies de l'anneau, suppose *a priori* ces déformations infiniment petites, ce qui diminue la difficulté, mais conduit à des intégrales qui, ainsi que je vais l'établir, ne peuvent s'appliquer à la question.

» Je ferai remarquer d'abord que l'équation différentielle à laquelle arrive M. Boussinesq est, aux notations près, celle que donne M. Resal dans sa *Mécanique générale*. Elle s'intègre immédiatement et fournit, pour la fibre moyenne *supposée infiniment peu différente de la circonférence*, l'équation en coordonnées polaires (r, θ) que donne M. Boussinesq, à savoir

$$\frac{r}{\mathrm{R}} - 1 = \alpha + \mathrm{C}\cos\left(\mathrm{C}' + \theta\sqrt{1 + \frac{p\mathrm{R}^3}{\mathrm{EI}}}\right),$$

où α, C, C′ sont trois constantes arbitraires. La constante C, ne dépendant que de la direction de l'axe polaire, peut être supposée nulle. Les deux autres *devraient* se déterminer par les deux conditions du problème que j'ai précédemment indiquées, à savoir :

» (*a*) Que la courbe déformée soit fermée;

» (*b*) Que sa longueur soit sensiblement celle de l'anneau circulaire, soit $2\varpi\mathrm{R}$.

» Pour que la courbe soit fermée, il faut évidemment que

$$\sqrt{1+\frac{pR^3}{EI}}=i, \tag{2}$$

i étant un entier que M. Boussinesq montre facilement être au moins égal à 2, par analogie avec un théorème que j'ai énoncé dans ma Communication.

» D'autre part, pour que la longueur de la courbe soit $2\varpi R$, en admettant toujours le degré d'approximation de M. Boussinesq, on voit facilement qu'il suffit que $\alpha=0$; donc la courbe déformée aurait, d'après M. Boussinesq, pour équation approchée

$$\frac{r}{R}-1=C\cos i\theta. \tag{3}$$

» III. On voit d'abord que nous avons exprimé toutes les conditions du problème et que cependant la constante C reste arbitraire, premier résultat inadmissible, et que je ne rencontre nullement dans mon Mémoire où je prends l'équation différentielle de la déformation *finie* des pièces circulaires, et je l'intègre rigoureusement.

» D'autre part, l'équation (2), si l'on y fait successivement $i=2,3,4,\ldots$, devrait donner tous les états d'équilibre possibles.

» Mais, d'après cette équation, les seules valeurs de la pression p capables de maintenir un anneau en équilibre croîtraient par sauts brusques avec l'entier i, de telle sorte que, si l'on désigne par p_i celle qui répond à i, il n'existerait aucune pression intermédiaire entre les valeurs p_i et p_{i+1}, susceptible de procurer l'équilibre; en d'autres termes, l'anneau se trouvant en équilibre sous l'influence d'une pression p_i, si l'on augmente cette pression d'une quantité si petite qu'on voudra, d'un centième de milligramme par exemple, au lieu d'avoir un nouvel état d'équilibre voisin du premier, la pièce se briserait brusquement, ce qui n'est évidemment pas vrai, et ce que mon analyse exacte ne donne pas non plus.

» Il est donc impossible d'admettre les formules proposées. Du reste, les impossibilités auxquelles elles donnent lieu sont exactement pareilles à celles qu'on rencontrerait dans le problème des pièces droites chargées debout, si l'on voulait y appliquer l'équation habituelle, mais ici impuissante, $EI\frac{d^2y}{dx^2}=M$ [1], de la théorie des poutres droites. »

---

[1] Quant au chiffre de $\frac{3}{9}=\frac{1}{3}$ dont parle M. Boussinesq et auquel on est de suite conduit comme pouvant être substitué à celui $\frac{4}{9}$, dans le second membre de l'inégalité (1), lorsqu'on se borne aux déformations très petites, je l'ai discuté dans mon Mémoire *in extenso*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la décomposition d'un nombre en cinq carrés.* Note de M. STIELTJES. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Permettez-moi de vous communiquer un résultat que je crois nouveau, sur la décomposition d'un nombre $N \equiv 5$, mod. 8, en cinq carrés impairs et positifs. En désignant par $\varphi(m)$ la somme des diviseurs de m, le nombre de ces décompositions est

$$\varphi\left(\frac{N-1^2}{4}\right)+\varphi\left(\frac{N-3^2}{4}\right)+\varphi\left(\frac{N-5^2}{4}\right)+\ldots$$

---

déposé sur le bureau de l'Académie le jour même où j'ai fait ma lecture, ainsi qu'il ressort du passage suivant. Après avoir établi, dans ce Mémoire, l'inégalité (1), j'ajoute :

« Il est à remarquer toutefois que, d'après la marche suivie, il n'y a aucune raison pour que le chiffre de $\frac{4}{9}$ soit la limite inférieure la plus petite possible. En d'autres termes, il est établi, par ce qui précède, qu'il *suffit* d'avoir $\frac{EI}{pR^3} > \frac{4}{9}$ pour être assuré de l'impossibilité d'une flexion; mais il se peut et il est même certain que des valeurs plus faibles de $\frac{EI}{pR^3}$ pourraient être admises sans danger.

» Il est intéressant, tout au moins, de rechercher jusqu'où pourraient aller ces valeurs. Or, si, dans les équations (16), on fait $u = 0$, les quadratures s'effectuent facilement, et l'on trouve $U = \frac{EI}{pR^3} = \frac{1}{n^2-1}$, soit pour $n = 2$, $\frac{EI}{pR^3} = \frac{1}{3} = \frac{3}{9}$. Donc, pour une valeur infiniment petite de u, on voit que $\frac{EI}{pR^3}$ pourra s'approcher autant qu'on le voudra de $\frac{3}{9}$. Or, supposer u infiniment petit, c'est supposer une déformation très faible de l'anneau circulaire. Ainsi, pour une déformation suffisamment petite, $\frac{EI}{pR^3}$ pourra s'approcher autant qu'on le voudra de $\frac{3}{9}$, et, par suite, pour qu'une déformation infiniment petite ne puisse pas se produire, $\frac{EI}{pR^3}$ devra être supérieur à $\frac{3}{9}$. D'où je conclus que la limite de $\frac{4}{9}$ que nous avons trouvée ne peut pas différer de la limite la plus faible possible de plus de $\frac{1}{9}$. Au point de vue pratique, il n'y a pas d'inconvénient à prendre $\frac{EI}{pR^3}$ un peu trop fort; au point de vue théorique, il est présumable que la limite la plus faible possible est effectivement celle qui répond à la déformation infiniment petite, c'est-à-dire $\frac{3}{9} = \frac{1}{3}$, parce que, si l'on a donné à un anneau une forme telle qu'il ne puisse pas se déformer infiniment peu, il est *extrêmement probable* qu'*a fortiori* il ne pourra pas prendre une déformation finie. Toutefois, si cette présomption est exacte, elle doit pouvoir se déduire rigoureusement des équations qui définissent U et u (équations de la page 696 des *Comptes rendus;* je saisis cette occasion de dire que dans ces équations le radical des dénominateurs doit couvrir tout le polynôme en y), et c'est ce à quoi je n'ai pas réussi. La question mériterait donc, au point de vue purement analytique, d'être complétée en ce sens. »

» C'est une conséquence facile du théorème de Jacobi concernant la décomposition en quatre carrés impairs et positifs d'un nombre $\equiv 4$, mod. 8; théorème qu'on peut maintenant considérer comme élémentaire. Or je trouve que ce même nombre des représentations de $N \equiv 5$, mod. 8, par cinq carrés peut s'exprimer aussi par cette nouvelle formule

$$f(N) + 2f(N - 8.1^2) + 2f(N - 8.2^2) + 2f(N - 8.3^2) + \ldots.$$

» La fonction $f(m)$ est définie de la manière suivante :

$$4f(m) = -\Sigma(-1)^{\frac{d^2-1}{8}} d,$$

d représentant successivement tous les diviseurs de $m \equiv 5$, mod. 8.

» C'est, comme vous le voyez, un théorème analogue à celui qui a lieu pour la décomposition d'un nombre $8k + 3$ en trois carrés impairs; mais je ne sais si ce théorème peut aussi se tirer de la théorie des fonctions elliptiques [1]. »

---

[1] Voici, pour la décomposition en cinq carrés impairs et positifs, une proposition que donnent les formules de la théorie des fonctions elliptiques. Soit n un entier $\equiv 1$, mod. 4; posons, de toutes les manières possibles, $n = dd'$ sous la condition $d' > 3d$: je considérerai la fonction

$$\chi(n) = \Sigma \tfrac{1}{4}(3d + d'),$$

qui peut être définie par ce développement

$$\begin{aligned}\chi(5)q + \chi(9)q^2 + \ldots + \chi(4m+1)q^m + \ldots \\ = \frac{q}{1-q} + \frac{4q^8}{1-q^3} + \frac{7q^{21}}{1-q^5} + \ldots + \frac{(3m-2)q^{m(3m-2)}}{1-q^{2m-1}} + \ldots \\ + \frac{q}{(1-q)^2} + \frac{q^8}{(1-q^3)^2} + \frac{q^{21}}{(1-q^5)^2} + \ldots + \frac{q^{m(3m-2)}}{(1-q^{2m-1})^2} + \ldots.\end{aligned}$$

Cela étant, le nombre des décompositions d'un entier $N \equiv 5$, mod. 8, s'obtient par la formule

$$\tfrac{1}{2}\chi(N) + \chi(N - 2^2) + \chi(N - 4^2) + \chi(N - 6^2) + \ldots.$$

Supposons, par exemple, $N = 45$, ce qui donne

$$\tfrac{1}{2}\chi(45) = 9, \quad \chi(41) = 11, \quad \chi(29) = 8, \quad \chi(9) = 3;$$

nous aurons 31 pour le nombre cherché, et c'est bien en effet ce qu'on trouve par le développement

$$(\sqrt[4]{q} + \sqrt[4]{q^9} + \sqrt[4]{q^{25}} + \ldots)^5 = q^{\frac{5}{4}}(1 + 5q^2 + 10q^4 + 15q^6 + 25q^8 + 31q^{10} + \ldots).$$

(C. H.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Probabilité pour qu'une permutation donnée de n lettres soit une permutation alternée.* Note de M. **Désiré André**, présentée par M. Hermite.

« D'après la définition que j'ai donnée ([1]), une permutation des n lettres $a_1, a_2, a_3, \ldots, a_n$ est une permutation alternée, lorsque les $n-1$ différences qu'on obtient, en y retranchant chaque indice du suivant, sont alternativement positives et négatives.

» Le nombre des permutations alternées de n lettres est toujours un nombre pair; j'en ai représenté la moitié par A_n; et il s'ensuit, si l'on désigne par P_n le nombre total des permutations de n lettres, que la probabilité cherchée z_n est donnée par l'égalité

$$z_n = \frac{2A_n}{P_n}.$$

» Or, comme je l'ai établi, A_n est juste le coefficient de $\frac{x^n}{n!}$ dans le développement soit de $\operatorname{séc} x$, soit de $\operatorname{tang} x$. Par conséquent, la probabilité z_n est juste le double du coefficient de x^n dans l'un ou l'autre de ces deux développements : dans le développement de $\operatorname{séc} x$, si n est pair; dans celui de $\operatorname{tang} x$, si n est impair.

» On connaît ainsi z_n, et le problème qu'on s'est proposé est résolu. Mais on peut se demander s'il n'existe pas, lorsque n augmente indéfiniment, une expression asymptotique simple de cette probabilité z_n.

» Pour parvenir à une pareille expression, je considère les deux égalités connues

$$\frac{1}{1^{2t+1}} - \frac{1}{3^{2t+1}} + \frac{1}{5^{2t+1}} - \cdots = \frac{2A_{2t}}{(2t)!}\,\frac{1}{4}\left(\frac{\pi}{2}\right)^{2t+1},$$

$$\frac{1}{1^{2t}} + \frac{1}{3^{2t}} + \frac{1}{5^{2t}} + \cdots = \frac{2A_{2t-1}}{(2t-1)!}\,\frac{1}{4}\left(\frac{\pi}{2}\right)^{2t}.$$

» Les premiers membres de ces égalités, lorsque t croît indéfiniment, ont l'un et l'autre pour limite l'unité. Leurs seconds membres, quel que soit t, sont tous les deux de la forme $z_n \frac{1}{4}\left(\frac{\pi}{2}\right)^{n+1}$. Si donc on fait croître n indéfiniment, ce produit $z_n \frac{1}{4}\left(\frac{\pi}{2}\right)^{n+1}$ a pour limite l'unité.

([1]) *Comptes rendus,* séance du 12 mai 1879.

» Mais ce produit $z_n \frac{1}{4}\left(\frac{\pi}{2}\right)^{+1n}$ n'est autre chose que le rapport de la probabilité z_n à la quantité $4\left(\frac{2}{\pi}\right)^{n+1}$. Donc cette probabilité et cette quantité sont deux infiniment petits dont le rapport tend vers l'unité, c'est-à-dire deux infiniment petits de même ordre, qui ne diffèrent entre eux que d'un infiniment petit d'ordre supérieur. Donc, lorsque n croît indéfiniment, $4\left(\frac{2}{\pi}\right)^{n+1}$ est une expression asymptotique de la probabilité z_n.

» On voit combien cette expression asymptotique est simple; on peut remarquer que la probabilité z_n s'en approche en oscillant, plus petite qu'elle lorsque n est pair, plus grande lorsque n est impair; on peut remarquer aussi que l'expression asymptotique obtenue est un nombre essentiellement irrationnel, tandis que, par sa nature même, le nombre z_n est toujours rationnel. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration algébrique des équations linéaires.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« M. Jordan, dans le *Journal de Crelle* (Bd. 84) et dans les *Mémoires de l'Académie de Naples*, a montré comment on peut former les groupes d'ordre fini contenus dans le groupe linéaire. Il resterait à faire voir qu'à l'aide de tout groupe fini on peut former une équation linéaire à coefficients rationnels et à intégrales algébriques. J'ai cherché à démontrer ce théorème dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie au mois d'avril 1881; mais cette Note contient une faute de calcul qui en rend les résultats erronés; je prie donc l'Académie de vouloir bien la tenir pour non avenue jusqu'à ce que j'aie rectifié l'erreur qui y est contenue. Depuis, j'ai réussi à prouver qu'à tout groupe fini Γ on peut faire correspondre d'une infinité de manières un groupe fuchsien G auquel Γ est mériédriquement isomorphe, qu'à ces deux groupes correspond toujours une équation linéaire à intégrales algébriques et que, si l'on pose $x = f(z)$, $f(z)$ étant une fonction fuchsienne engendrée par le groupe G, les intégrales de cette équation sont des fonctions fuchsiennes engendrées par un sous-groupe g de G. Ainsi *à un groupe d'ordre fini correspond non pas une, mais une infinité d'équations à intégrales algébriques dont on peut même choisir arbitrairement les points singuliers.*

» Les fonctions fuchsiennes engendrées par g sont des fonctions ration-

nelles de x et de y, x et y étant liés par la relation algébrique

$$\theta(x, y) = 0, \tag{1}$$

dont le degré en y est m et dont le genre est p. Si γ est le groupe de cette équation algébrique, il est *une seule fois transitif*. Quant au genre p, il satisfait à la relation

$$2p - 2 = m\left(n - 1 - \frac{1}{\alpha_0} - \frac{1}{\alpha_1} - \cdots - \frac{1}{\alpha_n}\right), \tag{2}$$

n et les α étant des entiers plus grands que 1 ; ce qui montre que tous les sous-groupes g de genre p rentrent dans un nombre fini de types.

» Il y a aussi un théorème concernant les intégrales abéliennes de première espèce, engendrées par la relation (1), et qui tient à ce que le groupe de cette relation est une seule fois transitif.

» *On peut choisir un système fondamental de p intégrales de première espèce, de telle façon que leurs périodes normales soient des combinaisons linéaires à coefficients entiers des périodes normales de l'une d'entre elles.*

» Cela posé, voici la condition nécessaire et suffisante pour qu'il existe une fonction $F(x, y)$, rationnelle en x et en y et satisfaisant à une équation linéaire d'ordre k. Il faut qu'on puisse trouver m quantités

$$a_1, a_2, \ldots, a_m$$

telles que, si l'on permute ces m lettres d'après les m substitutions du groupe γ et qu'on forme avec ces m permutations un déterminant Δ, tous les mineurs d'ordre $m - k - 1$ soient nuls à la fois.

» J'ai fait voir que, si cela a lieu, ces quantités $a_1, a_2, \ldots, a_m$ sont certaines périodes de certaines intégrales de première espèce convenablement choisies. Ainsi la condition pour qu'il y ait une fonction $F(x, y)$ qui satisfasse à une équation d'ordre k, c'est qu'il y ait certaines relations entre les périodes de ces intégrales de première espèce. Cette condition est toujours remplie pour $k \geq p$, car il suffit d'appliquer une remarque de M. Klein pour voir que la dérivée d'une intégrale de première espèce formée à l'aide de la relation (1) satisfait toujours à une équation linéaire d'ordre p à coefficients rationnels. Dans une prochaine Communication, j'indiquerai, si l'Académie veut bien le permettre, quels rapports ont ces relations entre les périodes avec la réduction des intégrales abéliennes qui a fait l'objet des remarquables travaux de M. Picard. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une famille de surfaces développables passant par une courbe gauche donnée.* Note de M. LUCIEN LÉVY.

« Les surfaces développables que nous nous proposons d'étudier sont définies de la manière suivante : *Leurs génératrices coupent une courbe gauche donnée suivant un angle qui ne dépend que des coordonnées du point d'intersection.* Nous considérerons en particulier le cas où ces génératrices proviennent de la réfraction d'un faisceau de rayons lumineux parallèles sur la courbe considérée comme une surface canal infiniment déliée. Ce dernier problème a déjà été étudié par M. Ossian Bonnet, et nous apprenons que cet illustre géomètre a réussi depuis longtemps à le ramener à des quadratures, mais que sa solution n'a jamais été publiée. Nous indiquerons enfin un autre cas où le problème se ramène immédiatement à une seule quadrature.

» Soient

s l'arc d'une courbe gauche donnée, que nous prendrons pour variable indépendante;

x_0, y_0, z_0 les coordonnées d'un point M de la courbe;

a, b, c les cosinus des angles que fait la tangente MT avec trois axes de coordonnées rectangulaires;

a', b', c' les cosinus qui déterminent la normale principale;

a'', b'', c'' ceux qui déterminent l'axe du plan osculateur.

» L'équation d'un plan quelconque mené par la tangente MT pourra s'écrire

$$a''(x - x_0) + b''(y - y_0) + c''(z - z_0) \\ - l[a'(x - x_0) + b'(y - y_0) + c'(z - z_0)] = 0,$$

l étant la tangente trigonométrique de l'angle fait par ce plan avec le plan osculateur de la courbe. Si l est une fonction de s, le plan dont nous venons d'écrire l'équation enveloppera une surface; il faut donc simplement exprimer que la caractéristique de ce plan fait avec la courbe un angle qui est fonction des coordonnées du point M. Je trouve ainsi l'équation

$$(1) \qquad \frac{dl}{ds} - \frac{1 + l^2}{T} = \frac{\mu}{R} l \sqrt{1 + l^2}.$$

Dans cette équation, R représente la courbure et T la torsion de la courbe donnée; μ est une fonction donnée de l'arc s. La signification géométrique de cette fonction μ est aisée à trouver; μ est la cotangente de l'angle que

fait avec MT la génératrice de la surface développable. L'équation (1) ne contient ainsi que des éléments géométriques.

» Prenons comme nouvelle variable $t = \tang \frac{\varphi}{2}$; l'équation (1) se transforme dans la suivante :

$$(2) \qquad \frac{dt}{ds} - \frac{t^2}{2T} - \frac{\mu}{R} t - \frac{1}{2T} = 0,$$

qui est une équation de Riccati. Nous pouvons donc énoncer ce théorème :

» *Si l'on considère quatre surfaces développables passant par une courbe gauche donnée et telles que les quatre génératrices issues d'un même point* M *fassent le même angle avec la courbe, les tangentes trigonométriques des demi-angles faits par les quatre plans tangents à ces surfaces avec le plan osculateur de la courbe ont un rapport anharmonique constant lorsque le point* M *parcourt la courbe donnée.*

» De ce théorème, on déduit aisément cet autre théorème démontré par M. Picard dans sa Thèse :

» *Sur toute surface enveloppe de sphères, quatre lignes de courbure non circulaires, prises à volonté, déterminent sur les lignes de courbure circulaires quatre points dont le rapport anharmonique est constant.*

» Dans le cas des courbes planes, l'équation (2) s'intègre immédiatement; on trouve

$$t = \tang \frac{\varphi}{2} = C e^{\int \frac{\mu\, ds}{R}}.$$

» Essayons maintenant de particulariser la fonction μ, de manière à pouvoir ramener la solution à ne dépendre que de quadratures. Supposons d'abord que l'on fasse tomber sur la courbe un faisceau de rayons lumineux parallèles dont nous supposerons, pour simplifier les calculs, la direction parallèle à l'axe des Z, qui est d'ailleurs quelconque. Soient MI un de ces rayons qui rencontre la courbe en M; MN une normale quelconque. Dans le plan IMN, nous considérerons un rayon *réfracté* MR tel que

$$\sin \mathrm{IMN} = n \sin \mathrm{RMN}.$$

» Un calcul simple permet de remplacer cette relation par la suivante :

$$\cos \mathrm{RMT} = -\frac{1}{n} \cos \mathrm{IMT},$$

et l'on voit que l'angle RMT est une fonction connue des coordonnées du point M. On pourra donc traiter ce problème par la méthode générale que nous avons employée, et l'on sera conduit à l'équation (2). Cela posé, remarquons que les rayons réfractés MR seront normaux à une même sur-

face Σ, que nous construirons d'après la règle de Malus, en portant sur le rayon réfracté une longueur MR, telle que

$$\mathrm{MI} = n\,\mathrm{MR},$$

I étant le point où le rayon incident perce le plan des xy. Nos surfaces développables déterminent les lignes de courbure de Σ, et, réciproquement, aux lignes de courbure de Σ correspondront les surfaces que nous étudions. Tout revient donc à trouver une ligne de courbure particulière de Σ. Or, ainsi que me l'a fait remarquer M. Darboux, la section de la surface Σ par le plan des xy est une ligne de courbure de cette surface. En effet, le long de cette section, le rapport $\frac{\mathrm{MI}}{\mathrm{MR}}$ est constant, c'est-à-dire que le plan des xy coupe la surface Σ sous un angle constant. On déduit aisément de là les deux solutions particulières

$$t_1 = -\frac{c' + \sqrt{n^2 - c^2}}{c'' + \sqrt{1 - n^2}},$$

$$t_2 = -\frac{c' + \sqrt{n^2 - c^2}}{c'' - \sqrt{1 - n^2}}.$$

» Alors, en posant

$$\frac{t - t_1}{t - t_2} = u,$$

on obtient l'équation

$$\frac{du}{ds} = \frac{t_1 - t_2}{2\mathrm{T}}\,u,$$

d'où

$$u = \mathrm{C}e^{\int \frac{t_2 - t_1}{2\mathrm{T}} ds}.$$

Le problème se trouve ainsi ramené à *une seule* quadrature.

» Dans le cas où $n = 1$, les deux solutions particulières deviennent égales. Mais on peut encore réduire le problème à une seule quadrature.

» Signalons enfin un autre cas d'intégration de l'équation (2) : c'est celui où la tangente trigonométrique de l'angle fait par la génératrice de la développable avec la courbe est proportionnelle au rapport de la courbure à la torsion. En posant

$$\mu = -\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{T}} \operatorname{coséc} \omega,$$

ω étant une constante, on trouve

$$\frac{t - \cot\frac{\omega}{2}}{t - \operatorname{tang}\frac{\omega}{2}} = \mathrm{C}e^{\cot\omega \int \frac{ds}{\mathrm{T}}}. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les courbes de genre un.* Note de M. **Humbert**, présentée par M. C. Jordan.

« I. 1° Toute fonction d'une variable t, holomorphe dans tout le plan et satisfaisant aux relations

$$(1) \quad f(t+\omega)=f(t), \quad f(t+n\omega')=f(t)e^{-\frac{2ni\pi t}{\omega}-n^2 i\pi\frac{\omega'}{\omega}}, \qquad \binom{n \text{ est un}}{\text{entier positif}}$$

est fonction linéaire et homogène de n fonctions, $P_1(t)$, $P_2(t)$, $\ldots$, $P_n(t)$, telles que

$$(2) \qquad P_{j+1}(t)=\theta_3\left(t+j\frac{\omega}{n}, \omega, \omega'\right)=\sum e^{\mu^2 i\pi\frac{\omega'}{\omega}+2\mu\frac{i\pi}{\omega}\left(t+j\frac{\omega}{n}\right)}.$$

Elle a, dans le parallélogramme $(\omega, n\omega')$, n zéros de somme constante, à des multiples près de ω et $n\omega'$;

» 2° Toute fonction $f(t)$ s'annulant dans ce parallélogramme pour k valeurs de t est fonction linéaire et homogène de $(n-k)$ fonctions $f_1(t)$, . . ., $f_{n-k}(t)$, ayant ces k zéros;

» 3° Trois fonctions de la forme $P_j(t)$, $P_h(t)$, pour lesquelles la somme $j+h$ est la même, sont liées par une relation linéaire et homogène; ces relations se déduisent linéairement de $\frac{1}{2}n(n-3)$ d'entre elles.

» II. On sait que les coordonnées des points d'une courbe de genre un et de degré n s'expriment par des fonctions doublement périodiques et d'ordre n d'un paramètre : on en déduit que, en coordonnées homogènes, on aura pour une telle courbe la représentation suivante :

$$(3) \qquad x_i = A_i P_1(t) + B_i P_2(t) + \ldots + L_i P_n(t); \qquad i = 1, 2, 3.$$

Les A_i sont des constantes. On retrouve le même point en augmentant t de ω ou de $n\omega'$.

» Inversement, la courbe S représentée par les équations (3) n'est pas de degré supérieur à n, car les arguments de ses points d'intersection avec une droite $\Sigma a_i x_i = 0$ vérifient l'équation $\Sigma a_i x_i(t) = 0$, qui n'a que n zéros dans le parallélogramme ω, $n\omega'$(1°). Mais le degré peut être moindre que n, car à plusieurs de ces zéros peut correspondre un seul point de S, ce qui arrive par exemple si les x_i sont fonctions paires de t.

» On peut, en partant des équations (3), former l'équation de la courbe qu'elles représentent et fixer son degré et son genre.

» Soient $(n-3)$ fonctions linéaires et homogènes des $P_j(t)$: $y_4, y_5, \ldots, y_n$, et telles qu'il n'y ait pas de relation linéaire et homogène entre $x_1, x_2, x_3, y_4, \ldots, y_n$. Portant la valeur de $P_j(t)$ en fonction de $x_1, x_2, \ldots, y_n$ dans les relations du second ordre qui lient les fonctions $P(t)$ (3°), on obtient les $\frac{1}{2}n(n-3) = \delta$ équations

$$(4) \quad \begin{cases} 0 = A_{44}y_4^2 + A_{45}y_4y_5 + \ldots + A_{nn}y_n^2 + \varphi_1 y_4 + \ldots + \psi_1 y_n + \omega_1, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ 0 = L_{44}y_4^2 + L_{45}y_4y_5 + \ldots + L_{nn}y_n^2 + \varphi_\delta y_4 + \ldots + \psi_\delta y_n + \omega_\delta. \end{cases}$$

$A_{44}, \ldots, L_{nn}$ sont des constantes, $\varphi_1, \ldots, \psi_\delta$ des polynômes du premier degré, $\omega_1, \ldots$ des polynômes du second degré, et homogènes en x_1, x_2, x_3.

» Les fonctions $y_4^2, y_4y_5, \ldots, y_n^2, y_4, \ldots, y_n$ étant au nombre de

$$\tfrac{1}{2}n(n-3),$$

on tirera des relations (4)

$$(5) \quad \begin{cases} \Delta(x_i)y_4^2 = f_{44}(x_i), \quad \Delta(x_i)y_4y_5 = f_{45}(x_i), \quad \ldots, \quad \Delta(x_i)y_n^2 = f_{nn}(x_i), \\ \Delta(x_i)y_4 = f_4(x_i), \quad \ldots\ldots\ldots\ldots, \quad \ldots, \quad \Delta(x_i)y_n = f_n(x_i). \end{cases}$$

» Le polynôme Δ est de degré $n-3$ en x_1, x_2, x_3; $f_4, \ldots, f_n$ sont des polynômes de degré $n-2$; $f_{44}, \ldots$ de degré $n-1$.

» On a

$$\Delta(x_i) = \begin{vmatrix} A_{44} & A_{45} & \ldots & A_{nn} & \varphi_1 & \ldots & \psi_1 \\ \cdot\cdot & \cdots & \cdots & \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdots & \cdot\cdot \\ L_{44} & \ldots & \ldots & L_{nn} & \varphi_\delta & \ldots & \psi_\delta \end{vmatrix}.$$

» La fonction $\Delta(x_i)$ ne change pas si l'on prend, au lieu des fonctions choisies y_i, d'autres fonctions satisfaisant aux mêmes conditions.

» III. *Degré de* S. — Supposons que $\Delta(x_i)$ ne soit pas identiquement nul, et soit la fonction

$$F(t) = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4y_4 + \ldots + a_ny_n;$$

$a_1, \ldots, a_n$ sont des constantes.

» Posons

$$F(x_i) = \Delta(x_i)(a_1x_1 + \ldots + a_3x_3) + a_4f_4(x_i) + \ldots + a_nf_n(x_i).$$

» La courbe de degré $(n-2)$ $F(x_i) = 0$ coupe la courbe de degré d, S, en des points dont les arguments vérifient l'équation $\Delta(t)F(t) = 0$, $\Delta(t)$ étant la fonction $\Delta x_i[(t)]$. Ces points sont donc les $d(n-3)$ intersections

des courbes S et $\Delta(x_i)=0$, et, en outre, n autres points dont les arguments vérifient $F(t)=0$ (1°). On a donc

$$(n-2)d=(n-3)d+n, \quad \text{d'où} \quad d=n.$$

» Cette démonstration suppose qu'à tout point de S situé sur la courbe $\Delta=0$ correspond un argument donnant pour x_1, x_2, x_3 des valeurs déterminées, c'est-à-dire différentes ensemble de zéro. Dans le cas contraire, les x_i auraient un zéro commun, θ; en choisissant pour $y_5, \ldots, y_n$ des fonctions s'annulant pour $t=\theta$, y_4 ne s'annulant pas (2°), on voit, dans les équations (4), que $A_{44}=B_{44}=\ldots=L_{44}=0$; $\Delta(x_i)$ est alors identiquement nul.

» Donc, si $\Delta(x_i)$ n'est pas identiquement nul, S est de degré n.

» IV. *Equation de* S. — On tire des relations (4), $(n-3)$ équations de la forme

$$(6) \quad \left\{\begin{array}{l} m_1 y_4 + n_1 y_5 + \ldots + q_1 y_n + p_1 = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ m_{n-3} y_4 + \ldots\ldots\ldots + q_{n-3} y_n + p_{n-3} = 0, \end{array}\right.$$

$m, \ldots, q_{n-3}$ étant des polynômes du premier degré, $p_1, \ldots$ du second en x_i.

» Or les relations (5) donnent

$$f_4(x_i) y_4 = f_{44}(x_i), \quad f_4(x_i) y_5 = f_{45}(x_i), \quad \ldots.$$

Portant ces valeurs des y dans une des relations (6), il vient

$$0 = m_h f_{44}(x_i) + \ldots + q_h f_{4,n}(x_i) + p_h f_4(x_i).$$

» Cette relation, de degré n en x_1, x_2, x_3, est l'équation de S : on démontre que les $(n-3)$ équations ainsi obtenues ne sont pas toutes à la fois des identités en y_i. Sous forme de déterminant, on a

$$S = \left|\begin{array}{ccccccccccc} A_{44} & A_{45} & \ldots & A_{4n} & A_{55} & \ldots & A_{nn} & \varphi_1 & \ldots & \psi_1 & \omega_1 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ L_{44} & L_{45} & \ldots & L_{4n} & \ldots & \ldots & L_{nn} & \varphi_\delta & \ldots & \psi_\delta & \omega_\delta \\ m_h & n_h & \ldots & q_h & 0 & \ldots & 0 & p_h & \ldots & 0 & 0 \end{array}\right|.$$

$m_h \ldots p_h$ s'obtiennent aisément sous forme de déterminants. »

THÉORÈME D'INDUCTION ÉLECTRIQUE. — *Sur le potentiel de la force d'induction due à un solénoïde fermé, dont le courant varie d'intensité. Analogie avec un théorème d'électromagnétisme. Expérience de Felici.* Note de M. QUET.

« Felici a trouvé, par expérience, qu'un solénoïde fermé induit les conducteurs voisins, lorsque son courant varie d'intensité. Ce phénomène intéressant et imprévu m'a suggéré l'idée d'établir la théorie générale de ces sortes de solénoïdes, et j'ai été conduit au théorème suivant :

» *Le potentiel de la force d'induction due à un solénoïde fermé et dont le courant varie d'intensité est proportionnel, toutes choses égales d'ailleurs, à l'angle sous lequel la directrice est vue du point d'application de la force.*

» Dans les *Comptes rendus* du 24 septembre dernier, j'ai obtenu pour les composantes rectangulaires A, B, C de la force d'induction d'un courant plan de très petites dimensions ces expressions

$$A = \frac{h\omega}{R^2}(f\gamma - g\beta), \quad B = \frac{h\omega}{R^2}(g\alpha - e\gamma),$$

$$C = \frac{h\omega}{R^2}(e\beta - f\alpha), \quad h = -\frac{Km}{2}\frac{di}{dt}.$$

ω est l'aire du circuit; α, β, γ sont les cosinus des angles que la normale fait avec les axes; R désigne la distance du centre O de la masse élémentaire induite au point $\mathcal{G}$ que nous ferons coïncider avec le centre de gravité de ω; e, f, g sont les cosinus des angles que le rayon vecteur R fait avec les axes des coordonnées. Les coefficients qui multiplient h dans ces formules sont le premier terme et la partie principale de séries dont le second terme s'évanouit lorsque $\mathcal{G}$ est au centre de gravité. Avec cette dernière condition, on ne néglige dans les coefficients de h que des quantités d'un ordre supérieur au troisième. L'origine des coordonnées étant supposée arbitraire et x', y', z', x'', y'', z'' désignant les coordonnées de $\mathcal{G}$ et O, on a

$$A = \frac{h\omega(y' - y'')\,dz' - (z' - z'')\,dy'}{R^3\,ds'}, \quad B = \ldots, \quad C = \ldots.$$

Admettons que les génératrices soient égales et que λ désigne le très petit arc de la directrice qui sépare deux centres de gravité consécutifs; désignons par $f(s')$ la valeur de A qui varie avec l'arc de directrice s', et par X, Y, Z les composantes des forces analogues à A pour les génératrices

comprises entre les valeurs s_1 et s_2 de s'. Nous avons

$$X = f(s_1) + f(s_1 + \lambda) + f(s_1 + 2\lambda) + \ldots + f(s_2).$$

» Cette somme diffère très peu d'une intégrale définie lorsque λ est très petit, et, comme la construction ordinaire des solénoïdes permet de faire passer le même courant dans toutes les génératrices, $\frac{di}{dt}$ ne dépend pas de s' et l'on a

$$X = \frac{h\omega}{\lambda} \int \frac{(y' - y'')\,dz' - (z' - z'')\,dy'}{R^3}.$$

» La directrice étant supposée fermée et $\mathcal{G}$ désignant l'angle sous lequel on voit du point O cette courbe, on sait que l'on a

$$\frac{d\mathcal{G}}{dx''} = \int \frac{(y' - y'')\,dz' - (z' - z'')\,dy'}{R^3}.$$

Il suit de là que les composantes X, Y, Z de la force totale d'induction ont la valeur

$$X = -\frac{Km\omega}{2\lambda}\frac{di}{dt}\frac{d\mathcal{G}}{dx''}, \quad Y = -\frac{Km\omega}{2\lambda}\frac{di}{dt}\frac{d\mathcal{G}}{dy''}, \quad Z = -\frac{Km\omega}{2\lambda}\frac{di}{dt}\frac{d\mathcal{G}}{dz''}.$$

Ces équations établissent la proposition que j'ai énoncée.

» Supposons qu'un courant d'intensité j parcoure la directrice et agisse sur un pôle austral de solénoïde placé en O et dont l'intensité est μ; la force qui passe par l'élément ds' est normale au plan du triangle T dont le sommet est en O et dont la base est ds, et a pour grandeur

$$f = \frac{K\mu j\,ds'\sin\varepsilon}{2R^2} = \frac{K\mu j R\,ds'\sin\varepsilon}{2R^3} = \frac{K\mu j 2T}{2R^3},$$

ε est l'angle que ds' fait avec la direction de O$\mathcal{G}$ ou R. Je mène par le point O, dans la direction de la force f, une perpendiculaire au triangle T; je porte sur elle une longueur qui représente f et je la projette sur les axes; ces projections donnent les composantes de la force; si a, b, c sont les cosinus des angles que la normale fait avec les axes, fa, fb, fc seront les composantes, et, comme $2Ta$ est le double de l'aire de la projection du triangle sur le plan des yz, on aura pour les composantes X', Y', Z' de l'action du courant entier sur le pôle des expressions de cette forme

$$X' = \frac{K\mu j}{2}\int \frac{(y' - y'')\,dz' - (z' - z'')\,dy'}{R^3} = \frac{K\mu j}{2}\frac{d\mathcal{G}}{dx''};$$

il résulte de là que, toutes choses égales d'ailleurs, X', Y', Z' sont proportionnels à X, Y, Z.

» J'ai indiqué, dans les *Comptes rendus* du 24 septembre dernier, deux lois d'induction analogues à celles de Biot et Savart; l'analogie que je viens de signaler est plus générale. Les ressemblances de ce genre tiennent toutes à la forme des lois élémentaires. Si au point O l'on place tour à tour la masse élémentaire m d'électricité et le pôle d'intensité μ, et qu'en $\mathcal{G}$ se trouve, soit un courant plan très petit d'aire ω, la normale de cette aire faisant un angle ε avec le rayon vecteur $R = O\mathcal{G}$, soit un élément de courant ds' dirigé suivant la normale du courant ω, les deux actions élémentaires sont perpendiculaires au plan qui passe par $O\mathcal{G}$ et la normale, et elles ont pour grandeurs respectives

$$\frac{km\omega}{2R^2}\frac{di}{dt}\sin\varepsilon, \quad \frac{k\mu j}{2R^2}.$$

Les analogies de ces deux forces se retrouvent ensuite dans certaines applications.

» On peut donner à l'expression de la grandeur apparente $\mathcal{G}$ de la directrice diverses formes. En voici une qui nous sera immédiatement utile. Considérons une surface quelconque continue et limitée au contour de la directrice. Au point P, correspondant à l'élément superficiel $d\omega'$, menons la normale PN; désignons par N l'angle qu'elle fait avec le rayon vecteur $\rho = OP$, et par α', β', γ' les cosinus des angles de cette normale et des axes. La grandeur apparente de la surface, vue du point O, est, ξ, η, ζ désignant les coordonnées de P,

$$\mathcal{G} = \int\int \frac{d\omega' \cos N}{\rho^2} \quad \text{ou} \quad \mathcal{G} = \int\int \frac{d\omega' [\alpha'(\xi - x'') + \beta'(\eta - y'') + \gamma'(\zeta - z'')]}{\rho^3};$$

on tire de là

$$\frac{d\mathcal{G}}{dx''} = \int\int d\omega' \left[-\frac{\alpha'}{\rho^3} + \frac{3(\xi - x'')\cos N}{\rho^4} \right].$$

Comme application, je suppose que la directrice est plane et que l'on prenne ce plan pour la surface arbitraire dont je viens de parler; les quantités α', β', γ' seront constantes sur tous les points de la surface, et celle qui multiplie $d\omega'$ ne variera qu'avec ξ, η, ζ, ρ. Je désigne par ξ', η', ζ' les coordonnées du centre de gravité de l'aire ω' de la directrice, et par ρ' le rayon vecteur de ce point; en développant en série le coefficient de $d\omega'$ et en prenant la partie principale de ce développement, j'ai

$$X = -\frac{km\omega\omega'}{2\lambda\rho'^3}\frac{di}{dt}\left[-\alpha' + \frac{3(\xi' - x'')\cos N'}{\rho'} \right], \quad Y = \ldots, \quad Z = \ldots;$$

on tire de là pour la résultante R de ces composantes

$$R = \frac{km\omega\omega'}{2\lambda\rho'^3}\frac{di}{dt}\sqrt{1+3\cos^2 N'}:$$

la force R n'est donc pas nulle; ce qui explique l'expérience de Felici. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un nouveau galvanomètre apériodique.* Note de M. G. **Le Goarant de Tromelin.**

« Si l'on ajoute une troisième aiguille aimantée à un galvanomètre astatique, de telle sorte que cette dernière soit au-dessous du cadre et parallèle aux deux autres, et que ses pôles soient de noms contraires à ceux de l'aiguille qui est au-dessus d'elle, on obtient un galvanomètre dont la sensibilité est à peu près triplée, et qui conserve une force directrice. On peut renverser la disposition : rendre le cadre mobile, dans lequel le courant arriverait par le fil de suspension, et laisser les aiguilles fixes.

» Les considérations qui précèdent m'ont conduit à imaginer un *galvanomètre apériodique*, que j'ai exposé à l'Exposition d'électricité de Vienne. Un modèle plus parfait a depuis été construit par la maison Breguet; en voici la description :

» Dans l'instrument cité, on conserve les six pôles, mais ces pôles sont formés par trois aimants en fer à cheval, à branches très rapprochées. Ces trois aimants fixes sont placés horizontalement, l'un au-dessus de l'autre, à une distance de $0^m,005$. Le cadre entoure les deux pôles de l'aimant du milieu, avec un jeu suffisant pour lui permettre d'osciller librement et d'obtenir 20 degrés de déviation de chaque côté. Le fil de ce petit cadre très léger est perpendiculaire à l'axe des aimants, et le courant y arrive par le fil de suspension, comme dans le siphon-recorder de Sir W. Thomson et autres cadres analogues.

» Si l'on met en communication ce galvanomètre avec les deux bornes d'un téléphone dont on a enlevé la plaque vibrante, il suffit, pour faire dévier le cadre, de laisser tomber sur le pôle de l'aimant du téléphone un petit morceau de limaille de fer de quelques milligrammes. Cet exemple suffira pour faire apprécier sa sensibilité.

» Il est complètement apériodique, c'est-à-dire que, si les deux bornes de ce galvanomètre sont réunies par un fil peu résistant, le cadre ayant été dévié de sa position, il s'arrête au zéro sans le dépasser.

» Si l'on examine la position des lignes de force, par rapport aux quatre

côtés du cadre, on voit que l'induction électromagnétique se produit sur les quatre côtés de ce cadre et dans le même sens. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la résistance électrique de plusieurs substances isolantes* ([1]). Note de M. G. FOUSSEREAU, présentée par M. Jamin.

« 1. Dans deux Communications précédentes ([2]), j'ai décrit une méthode qui m'a permis d'étudier la résistance du verre par la mesure du temps nécessaire pour charger un condensateur, à une différence de potentiel déterminée, à travers la résistance à expérimenter. J'ai appliqué depuis lors cette méthode à diverses autres substances isolantes.

» En opérant sur des tubes de porcelaine, j'ai reconnu que la résistance de cette substance suit, quand on fait varier la température, une marche analogue à celle que j'avais déjà observée pour les différents verres; elle est du même ordre de grandeur que celle des verres très isolants à base de plomb. Cette résistance atteint, en millions de mégohms, par centimètre cube,

751 à 60°,
0,052 à 180°.

» 2. Pour étudier la résistance du soufre, on fondait ce corps dans une éprouvette en verre où l'on faisait plonger deux électrodes de zinc concentriques enroulées en cylindres. Cette disposition, qui ramène la matière isolante à la forme d'un tube cylindrique creux, présente l'avantage d'éliminer toute influence perturbatrice dépendant de la conductibilité de l'enveloppe de verre.

» En opérant sur du soufre préalablement fondu, puis refroidi lentement à l'état prismatique, on a constaté une conductibilité notable dans le voisinage du point de fusion, mais disparaissant rapidement quand la température s'abaisse. Les résistances obtenues ont varié entre

7,39 pour la température 112°,1,
3930 pour » 69°.

» Au-dessous de cette dernière température, la conductibilité cesse d'être mesurable.

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de recherches physiques de la Sorbonne.

([2]) *Comptes rendus*, 31 juillet 1882 et 19 mars 1883.

» Le même soufre prismatique, refroidi et abandonné à lui-même à la température ordinaire, se dévitrifie et reprend peu à peu une conductibilité appréciable. A la température 17°, la résistance était devenue 1170 après un jour, 705 après deux jours.

» D'autre part, en opérant avec un cristal de soufre octaédrique naturel compris entre deux électrodes de mercure, je n'ai pu apercevoir aucune trace de conductibilité aux températures ordinaires. Le phénomène ne commence à se manifester que vers 80°. Il semble donc que l'existence de l'état cristallin rende en général le soufre plus isolant.

» 3. En passant à l'état liquide, le soufre devient subitement quarante fois plus conducteur. Quand on fait varier sa température entre 114° et 150° avec une lenteur suffisante pour lui permettre d'atteindre son état définitif, on observe que la résistance diminue quand la température s'élève et croît régulièrement quand elle s'abaisse, variant entre ces limites dans la proportion de 9 à 1. Si on laisse cristalliser le soufre sous la forme prismatique et qu'on le fonde de nouveau, on observe une diminution de résistance aux mêmes températures. Ce résultat peut être rapproché d'une remarque de M. Gernez, d'après laquelle une variété de soufre ne prend entièrement les propriétés d'une autre variété qu'après plusieurs cristallisations. Le phénomène est surtout sensible quand on fait cristalliser plusieurs fois en prismes du soufre primitivement octaédrique. La résistance à 115° devient alors peu à peu deux fois plus faible.

» 4. Les phénomènes prennent une allure très différente quand on porte le soufre au delà de 160°. On observe vers cette température un ralentissement sensible du thermomètre, en même temps qu'un changement de couleur et de consistance dans le liquide. La résistance qui avait jusque-là diminué régulièrement augmente par suite de cette modification. Le liquide ramené au point de fusion conserve des résistances beaucoup plus considérables que les premières, et cet accroissement est d'autant plus sensible que le soufre a été porté à une température plus élevée, qu'il est demeuré plus longtemps à cette température, et qu'il a franchi plus vite, en se refroidissant, les températures voisines de 155° où le phénomène inverse se produit. Après plusieurs opérations de ce genre, on a pu rendre douze fois plus résistant le soufre ramené à son point de fusion. La résistance ne diminue ensuite que très lentement si ce soufre est abandonné pendant quelque temps à la température ordinaire, puis fondu de nouveau.

» 5. Le phosphore ordinaire présente une résistance beaucoup plus faible que les substances précédentes. J'ai opéré sur le phosphore solide par la même

méthode que sur le soufre, en ayant soin de faire passer dans l'éprouvette un courant d'acide carbonique et en maintenant pendant quelque temps la température un peu au-dessus de 100°, pour expulser toute trace d'humidité. La résistance du phosphore solide, égale à 84000 mégohms à 15°, descend à 15 600 à 42°. Elle est du même ordre de grandeur que celle du soufre liquide.

» 6. Pour opérer sur le phosphore liquide beaucoup plus conducteur, je n'ai pu conserver la méthode précédente, la charge de l'électromètre devenant trop rapide. La disposition adoptée repose sur ce principe que, dans le circuit d'une pile de plusieurs éléments, un point donné de la pile possède le même potentiel qu'un certain point du conducteur extérieur. Si, entre ces deux points, on intercale l'électromètre, cet instrument demeure au zéro. Pour que cette condition soit remplie, il faut que les forces électromotrices des deux portions de la pile soient proportionnelles aux résistances adjacentes. L'une d'entre elles est la résistance à mesurer; l'autre est une résistance compensatrice connue formée d'un conducteur métallique ou d'un trait de graphite tracé sur une plaque d'ébonite. Un interrupteur permet d'éviter la polarisation en n'établissant le circuit qu'au moment de l'observation. J'ai opéré ainsi sur du phosphore fondu dans un tube en U, dont les branches contenaient de l'acide carbonique et où plongeaient deux électrodes de platine. La résistance spécifique du phosphore liquide vaut $2^{\text{még}},30$ à 25° et $0^{\text{még}},34$ à 100°. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Influence de l'azotate de soude et de l'azotate de potasse sur la culture des pommes de terre.* Note de M. **P.-P. Dehérain**, présentée par M. Peligot.

« Pendant plusieurs années, M. Edler, directeur de la Station agronomique de Göttingue, a essayé comparativement, sur la culture des pommes de terre, le salpêtre et l'azotate de soude; ses expériences l'ont conduit à cette conclusion, que l'application de l'azotate de potasse fournit un rendement en tubercules supérieur à celui qu'on retire de l'emploi de l'azotate de soude.

» Il y a déjà une vingtaine d'années que M. Peligot a reconnu que la soude faisait défaut dans la plupart des végétaux cultivés; il n'a cessé, depuis cette époque, de s'intéresser à la répartition de la potasse et de la soude dans les plantes, et il voulut bien me prier de répéter l'expérience de M. Edler, pour reconnaître si, sur un sol différent de celui où avaient eu

lieu les premiers essais, l'azotate de potasse conserverait, dans la culture des pommes de terre, la supériorité qu'avait constatée l'agronome de Göttingue.

» La culture fut disposée sur une parcelle de bonne terre franche, du jardin d'expériences du laboratoire de Physiologie du Muséum; le semis eut lieu le 23 avril, en tubercules entiers de la variété dite *hollande*, placés à $0^{m},50$ de distance en tous sens, dans deux planches parallèles et qui avaient reçu, l'une une quantité d'azotate de potasse correspondant à 400^{kg} à l'hectare et l'autre une quantité égale d'azotate de soude.

» L'arrachage eut lieu le 31 août; les tubercules étaient sains. La parcelle qui avait reçu l'azotate de soude comptait 63 poquets; la récolte fut de $50^{kg},700$ ou de 805^{gr} par poquet. La parcelle sur laquelle on avait répandu de l'azotate de potasse ne portait que 59 poquets; le poids de la récolte fut de $47^{kg},500$ ou de 805^{gr} par poquet. Les deux rendements se sont donc trouvés exactement égaux.

» Les poquets étant placés à $0^{m},50$ en tous sens, un hectare en eût porté 40000 et la récolte eût été de 32000^{kg} ou de 400^{hlit}, rendement considérable et que je n'ai obtenu à Grignon que dans des sols bien fumés, en 1875 et en 1876, la moyenne des cinq années de culture au champ d'expériences (1875-1879) étant d'environ 280^{hlit}.

» L'influence des azotates a donc été très sensible; mais la nature de la base à laquelle était uni l'acide azotique n'a pas modifié les résultats.

» On sait cependant, d'après les travaux de M. Peligot, que la pomme de terre ne renferme pas de soude, et j'ai reconnu en outre, il y a déjà plusieurs années, qu'en arrosant des pommes de terre végétant en pleine terre avec des dissolutions de sels de soude variés, on ne trouve dans les cendres d'autre alcali que la potasse.

» Il semble donc que l'azotate de soude employé comme engrais réagit sur les sels de potasse que renferme le sol et que c'est seulement à l'état de salpêtre qu'a lieu l'assimilation par la plante.

» J'ai eu, du reste, il y a quelques années, un exemple frappant des métamorphoses que subissent dans le sol les sels de soude; après avoir semé dans un pot à fleurs de grande dimension, garni de bonne terre de jardin, des haricots, je les ai arrosés de dissolutions de sel marin de plus en plus concentrées jusqu'à les faire périr.

» On incinéra et l'on trouva dans 100 de cendres 11,3 de chlore, tandis que les cendres de haricots développés dans la même terre, sans addition de sel, contenaient seulement $0^{gr},53$ et $0^{gr},49$ de chlore dans 100^{gr}.

» Le chlore du sel marin avait donc pénétré dans la plante, et cependant ce fut en vain qu'on rechercha la soude dans les cendres des haricots arrosés de sel marin; après avoir amené les alcalis à l'état de chloroplatinate, on put aisément séparer le chloroplatinate du potassium; mais, en évaporant l'alcool renfermant le chlorure de platine employé en excès, on ne put réussir à faire apparaître les belles aiguilles du chloroplatinate de sodium; il n'y avait pas de soude dans les cendres et les haricots avaient péri par l'assimilation d'un excès de chlorure de potassium.

» On conçoit donc que, l'azotate de soude se métamorphosant dans le sol en azotate de potasse, les cultivateurs l'emploient de préférence au salpêtre, qui est plus cher et moins riche en azote; c'est sans doute seulement dans les terres pauvres en potasse que le nitre donne des résultats supérieurs à ceux qu'on obtient de l'azotate de soude. »

CHIMIE ANIMALE. — *Recherches sur les propriétés physiologiques du maltose.* Note de M. **Em. Bourquelot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* en décembre dernier, j'ai insisté sur l'importance alimentaire du maltose, sucre qu'on sait se former en fortes proportions dans la digestion des matières féculentes, et j'ai supposé provisoirement que ce sucre, classé parmi les saccharoses, est directement assimilable. Mais une telle hypothèse, reposant uniquement sur la résistance du maltose à l'action des ferments digestifs de quelques Invertébrés et sur sa fermentation directe en présence de la levure de bière, n'était pas suffisamment justifiée. Je présente aujourd'hui à l'Académie les résultats des recherches que j'ai faites dans le but de m'assurer si cette hypothèse répond à la manière dont le maltose se comporte dans l'économie, ou si, comme on l'admet pour le sucre de canne, le maltose est totalement transformé en glucose avant de pénétrer dans le sang.

» 1. *Action des ferments digestifs sur le maltose.* — Bien que, à l'égard de la diastase du malt et de la salive, de Méring ait établi que, contrairement aux conclusions de Brown et Héron, l'action prolongée de ces ferments détermine la transformation en glucose d'une certaine proportion de maltose, j'ai cru devoir rechercher si, en l'absence de tout germe, cette action doit leur être attribuée. J'ai maintenu à des températures de 15° et de 38° des solutions de maltose pur à 2 pour 100, additionnées de diastase en dissolution ou de salive, préalablement filtrées à l'appareil Klebs et Tiegel : même après vingt-quatre heures, je n'ai constaté aucun change-

ment de la matière sucrée. Il ne se produit pas non plus de dédoublement si, dans ces expériences, on opère en présence de l'acide carbonique à la pression 0,76.

» Précédemment j'ai indiqué, après de Méring, l'inactivité de l'invertine vis-à-vis du maltose. Comme, dans l'intestin, se mêlent la diastase du pancréas et l'invertine du suc intestinal, il y a lieu de se demander si des ferments, qui séparément n'ont aucune action sur le sucre examiné, ne le dédoublent pas quand ils sont réunis. J'ai donc ajouté, à des solutions de maltose additionnées d'invertine, soit de la salive, soit de la diastase. Ni l'un ni l'autre de ces mélanges n'a dédoublé le maltose, à 38° et en douze heures de contact.

» Le maltose résiste également au suc gastrique artificiel, de même qu'au suc pancréatique obtenu par macération de la glande dans l'eau, à condition, pour ce dernier, de ne pas faire durer l'essai plus de dix heures. En prolongeant, il se forme de petites quantités de glucose; mais le liquide se remplit de bactéries, ce qu'on ne peut guère éviter, le suc pancréatique ne se prêtant pas à la filtration à travers une terre poreuse.

» Le suc intestinal, plus encore que le suc pancréatique, se remplit rapidement de bactéries, qui se réunissant à la fin en une masse floconneuse tombent au fond du vase. Ces infiniment petits sont, sinon une cause d'erreur, du moins une cause de doute à l'égard des conclusions à tirer des résultats obtenus. Voici la méthode qui a été suivie pour éviter les inconvénients qu'ils entraînent :

» Un lapin maintenu à jeun pendant vingt-quatre heures reçoit de la nourriture : vingt-cinq minutes après, il est sacrifié. Une portion de l'intestin grêle est enlevée rapidement, lavée grossièrement, puis découpée et mise à macérer pendant une heure avec assez d'eau distillée pour la couvrir. On filtre sur du coton, au moyen du vide, et l'on fait, avec le liquide filtré et de l'eau, un volume d'environ 80^{cc}.

» De ce liquide : 1° 15^{cc} sont mélangés directement avec 10^{cc} d'une solution de maltose à 2 pour 100; 15 autres centimètres cubes avec 10^{cc} de solution de saccharose à 2 pour 100. 2° 20^{cc} sont filtrés sur un appareil Klebs et Tiegel et, après filtration, additionnés avec les précautions convenables de 10^{cc} de solution de maltose à 2 pour 100; 20 autres centimètres cubes sont filtrés de même et additionnés de 10^{cc} de solution de sucre de canne à 2 pour 100. Cette seconde filtration a pour but de fournir un suc intestinal qui soit, comme la salive, privé de germes et de débris de cellules.

» Les quatre essais sont alors maintenus à la température de 38° pendant douze heures et dix-huit heures. Voici les résultats se rapportant à plusieurs séries d'entre eux.

» Pour les liquides intestinaux, non filtrés à l'appareil Klebs, le maltose

et le saccharose ont été, en partie et quelquefois en totalité, dédoublés, ce qui est en accord avec les recherches de Brown et Héron. Pour les liquides filtrés à l'appareil Klebs, dans la plupart des cas, aucun des deux sucres n'a été dédoublé; rarement on a pu constater des traces de formation de glucose. Encore, pour le maltose, et en raison des procédés d'analyse, peut-on attribuer ce dernier résultat aux erreurs d'expérience. Je reviendrai plus loin sur l'interprétation de ces faits.

» 2. *Action des acides de l'économie sur le maltose.* — Il y a intérêt à savoir si les acides qu'on rencontre dans l'estomac, employés en solution aqueuse, dans des proportions physiologiques et à la température du corps, peuvent dédoubler le maltose.

» Une solution de maltose à 1 pour 100, additionnée de 0,20 de HCl pour 100, a été maintenue à 38° pendant trente-six heures. Le maltose est resté intact. Une autre solution, additionnée d'une quantité équivalente d'acide lactique, a été placée dans les mêmes conditions, sans qu'il se produisît de changement dans la matière sucrée.

» Au contraire, si l'on expose une solution de saccharose à 1 pour 100 aux mêmes influences, on constate : qu'en présence de l'acide chlorhydrique 70 pour 100 de ce sucre sont intervertis au bout de six heures, 90 au bout de douze heures; qu'en présence de l'acide lactique 33 pour 100 sont intervertis en trente-six heures.

» Il est aujourd'hui démontré que l'interversion du sucre de canne est facilement obtenue avec l'acide carbonique. Je me suis demandé, puisque l'acide carbonique se forme constamment dans l'économie, si, à la pression ordinaire et à la température du corps, cet acide peut déterminer le dédoublement du saccharose et du maltose. Pour le premier sucre, j'ai constaté que, au bout de cinq jours, 3,20 pour 100 étaient intervertis. Quant au maltose, il n'est pas dédoublé.

» Plusieurs conséquences importantes découlent des faits qui précèdent. Et, d'abord, il est difficile de soutenir que le sucre de canne soit interverti seulement dans l'intestin grêle, et de ne pas admettre, en présence des chiffres ci-dessus, que les acides chlorhydrique et lactique soient des facteurs importants de sa digestion. Il y a plus : si de petites quantités de sucre de canne passent dans les vaisseaux sanguins, on doit supposer que l'acide carbonique qui s'y forme constamment suffit pour l'intervertir.

» Au contraire, nulle part ailleurs que dans l'intestin, le maltose n'est dédoublé. Encore doit-on se demander si ce résultat est le fait d'une zy-

mase. Si oui : 1° elle est différente de l'invertine de la levure, celle-ci étant sans action sur le maltose; 2° elle ne traverse pas les terres poreuses. Si non, le dédoublement est le fait des infiniment petits.

» Quant à la question de l'assimilabilité directe du maltose, ce qui précède ne suffit pas pour la résoudre : j'espère montrer prochainement comment se comporte le maltose en présence des ferments figurés et des moisissures. »

MÉDECINE. — *Sur l'emploi externe du cuivre métallique, comme préservatif du choléra.* Note de M. **Axel Lamm** (de Stockholm), présentée par M. Vulpian.

« Au printemps de 1853, le choléra sévissant en Europe, le public suédois, sous l'impression des décrets prophylactiques de 1830 et des douloureux souvenirs de la première épidémie du choléra en Suède (1834), désira avoir quelque chose de palpable à employer contre l'infection. M. Magnus Huss, alors chef de clinique médicale au lazaret des Séraphins, à Stockholm, conseilla de porter, sur le creux de l'estomac, de petites plaques de cuivre métallique. Cette pensée lui avait été suggérée par ce fait que le choléra ne s'était pas montré à Falun, ville principale de la province Dalarne (Dalécarlie), à proximité de mines considérables de cuivre qui sont exploitées depuis l'antiquité la plus reculée et en partie à ciel ouvert.

» L'emploi de ces plaques (qui étaient minces et rondes, d'un diamètre d'environ $0^{m},10$) ne donna que des résultats nuls au point de vue de la prophylaxie du choléra.

» Il arrive, d'autre part, que, dans certains cas, par l'effet de la transpiration, et parce qu'on n'eut pas le soin de nettoyer les plaques, il se forma à leur surface du vert-de-gris, qui agit comme caustique sur la peau avec laquelle il était en contact direct : des ulcérations en furent la suite.

» Il est vrai que le choléra, qui a sévi cinq ou six fois à Stockholm, n'a jamais pénétré dans le nord jusqu'à Falun. Mais il est bon d'observer que, à Falun et autour de Falun, l'oxydation du minerai répand dans l'atmosphère du gaz acide sulfureux, en quantités parfois intolérables. Cette circonstance exerce-t-elle une influence sur les miasmes de l'épidémie cholérique? C'est une question que je dois me contenter de poser, mais que je ne puis pas traiter ici, n'ayant pas les données nécessaires pour arriver à une solution. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'action toxique comparée des métaux sur les microbes.* Note de M. Ch. Richet, présentée par M. Vulpian.

« En continuant mes études sur l'action toxique comparée des divers métaux, j'ai été amené à rechercher comment ils agissent sur les microbes.

» J'ai dû, pour faire cette comparaison, employer une liqueur de composition constante, et qui s'altère très facilement. Il m'a paru qu'une solution de peptone dans l'eau de mer était très favorable.

» Si l'on prend de la peptone (¹) et qu'on en ajoute une petite quantité à l'eau de mer, très rapidement le liquide s'altère et fourmille de microbes. L'eau de mer seule ne s'altère pas; mais il suffit d'une quantité extrêmement petite de peptone pour qu'il y ait développement de microbes; soit 1^{gr} de peptone dans 20^{lit} d'eau de mer. Le développement est plus rapide quand la solution est au millième; plus rapide encore quand on y ajoute un peu d'urine neutralisée.

» La liqueur que j'ai employée a donc été la suivante :

Eau de mer	900^{gr}
Urine neutralisée	100
Peptone	1

» Le liquide est d'une transparence parfaite, mais, en six ou huit heures, à la température de 20°, il se trouble et se charge de bactéries.

» J'ai dû prendre un *criterium* arbitraire, qui me permît de juger la toxicité comparée des métaux mélangés à cette solution, et j'ai supposé qu'ils n'étaient pas toxiques lorsque, au bout de quarante-huit heures, à une température de 16° à 20°, ils n'avaient pas empêché le développement des bactéries.

» Les chiffres que je donne ici représentent la *dose toxique minimum*, en poids de métal combiné, suffisante pour entraver pendant quarante-huit heures l'évolution des bactéries.

» Comme ces bactéries sont très avides d'oxygène, elles sont toujours à la surface. Il suffit de prendre une goutte de la surface et de l'examiner au microscope pour savoir s'il y a ou non des bactéries. Cet examen, joint à l'état de trouble ou de limpidité du liquide, donne des résultats fort nets,

---

(¹) Telle qu'elle se trouve dans le commerce, en Allemagne ou en Hollande. On la prépare avec la fibrine de sang dissoute par la pepsine.

et presque jamais il n'y a d'hésitation à déterminer la limite. Les métaux étaient tous à l'état de chlorures.

Métaux.	Poids de métal par litre de liquide qui entrave la putréfaction.	Métaux.	Poids de métal par litre de liquide qui entrave la putréfaction.
	gr		gr
Mercure (Hg″).....	0,0055	Lithium............	6,9
Zinc............	0,026	Magnésium..........	7,2
Cadmium.........	0,040	Manganèse..........	7,7
Cuivre (Cu″)......	0,062	Ammonium (AzH^4)...	18,7
Nickel............	0,18	Calcium...........	30,0
Fer (Fe‴).........	0,24	Sodium............	43,0
Baryum..........	3,35	Potassium..........	58,0

» Je me permettrai de rapprocher ce Tableau de celui que j'ai donné précédemment en faisant vivre des poissons marins dans les solutions métalliques [1].

Métaux.	Poids de métal par litre de liquide qui tue un poisson en moins de 48 heures.	Métaux.	Poids de métal par litre de liquide qui tue un poisson en moins de 48 heures.
	gr		gr
Mercure (Hg″)...	0,00029	Nickel.............	0,125
Cuivre (Cu″).....	0,0033	Lithium............	0,3
Zinc............	0,0084	Manganèse..........	0,3
Fer (Fe‴)........	0,014	Baryum............	0,78
Cadmium........	0,017	Magnésium..........	1,5
Ammonium......	0,064	Calcium............	2,4
Potassium........	0,10	Sodium............	24,0
Cobalt...........	0,125		

» En comparant ces deux Tableaux, on voit tout de suite que la dose toxique pour les poissons est toujours moindre que la dose qui entrave le développement des bactéries. En général, la dose toxique est vingt fois moins forte.

» Mais un autre fait plus important est à noter : c'est la toxicité extrême de l'ammonium, du lithium et du potassium chez les poissons, comme

---

[1] *De la toxicité comparée des divers métaux* (*Comptes rendus*, 24 octobre 1881, p. 649).

d'ailleurs chez tous les animaux, alors que pour les végétaux et les microbes ces métaux sont d'une innocuité remarquable.

» Il semble qu'on puisse ranger les poisons en deux grandes classes. Il y a des poisons universels, dont le mercure est le type le plus parfait, qui sont poisons de la cellule végétale et de la cellule animale. Quelle que soit la nature du protoplasma, les sels de ces métaux, même à très petite dose, agissent sur lui d'une façon délétère.

» Mais, à côté de ces poisons de toute substance vivante, il y a des poisons spéciaux à l'animal, comme le lithium, surtout comme le potassium et l'ammonium, lesquels sont à peu près inoffensifs pour les tissus des végétaux. Les alcaloïdes, qui se rapprochent plus ou moins de l'ammoniaque, sont aussi dans ce cas.

» Cette différence tient vraisemblablement à ce que l'ammonium et le potassium empoisonnent non pas toutes les cellules, mais spécialement les cellules nerveuses. Au contraire, le mercure, le zinc, le cadmium, le cuivre, agissent sur toutes les cellules organisées.

» Il y aurait peut-être lieu d'examiner si la toxicité ou l'innocuité des sels ammoniacaux et potassiques ne constituerait pas un moyen de distinguer le règne végétal du règne animal. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Tuberculose zooglœique* (¹).
Note de MM. L. Malassez et W. Vignal.

« Il est des lésions tuberculeuses où le nombre des bacilles est en quantité si minime, que leur présence ne saurait expliquer les lésions observées; il en est même où, quels que soient le nombre des coupes examinées, la méthode de préparation employée, il est impossible d'en trouver un seul (²).

» Nous avons essayé d'expliquer ces faits, en inoculant des lésions tuberculeuses manifestement dénuées de bacilles, et en cherchant s'il existait, dans les tuberculoses produites, des bacilles ou quelque autre forme ou espèce de micro-organisme.

» La première pièce que nous ayons rencontrée est un tubercule cutané enlevé chez un enfant qui venait de succomber à une méningite tuberculeuse. L'inoculation en série détermina des tuberculoses ayant tous les ca-

(¹) Travail du laboratoire d'Histologie du Collège de France.

(²) Ces faits ont été reconnus par Koch lui-même dans sa Communication à la Société de Physiologie de Berlin (*Arch. für Anat. und Physiol.; Physiol.*, Abth., 1882, p. 19) et dans son article dans le *Berl. Klin. Woch.*, numéro du 10 avril 1882.

ractères des tuberculoses expérimentales ordinaires. Or, chez aucun des animaux des quatre premières générations d'inoculation, il ne fut possible de trouver un seul bacille; mais dans les tubercules récents il existait, au milieu du tissu de granulation, des masses finement granuleuses qu'on aurait pu prendre, au premier abord, pour des parties caséifiées. Il n'en était rien cependant : ces masses, en effet, se trouvaient dans les plus petits tubercules, dans ceux qui étaient tout à fait à leur début; certaines avaient des contours nettement séparés et bien distincts du tissu de granulation ambiant, et autour d'elles on ne voyait aucune cellule en voie de dégénérescence. Nous en avons même trouvé qui siégeaient en plein tissu sain ou à peine enflammé.

» Les fins granules qui les composent sont remarquables par la régularité de leurs formes et de leurs dimensions; ils résistent à la potasse, à l'acide acétique, à l'éther [1]; ils ressemblent tout à fait à des micro-coques qui seraient réunis en amas zooglœiques. Et, du reste, on les trouve en très grande quantité, non seulement chez les animaux inoculés directement, mais chez leurs nombreux descendants en inoculation, ce qui montre bien qu'on a affaire à un être vivant capable de se multiplier. Ces zooglœes paraissent jouer, dans les tissus qu'elles infectent, le rôle de corps étrangers irritants et être ainsi la cause des granulations tuberculeuses, lesquelles auraient alors la signification d'un nodule inflammatoire produit par ces épines vivantes; ces tuberculoses mériteraient donc l'épithète de *zooglœique*.

» Il est aussi des zooglœes dont la périphérie, au lieu d'être nettement distincte du tissu de granulation ambiant, se perd dans celui-ci, comme si elles s'étaient désagrégées et répandues dans ce tissu. Il en est même qui ont ainsi plus ou moins complètement diffusé et ne se présentent plus au milieu du tissu de granulation que sous forme de taches plus sombres, plus granuleuses, dont il est à peu près impossible de saisir la signification quand on n'a pas sous les yeux tous les intermédiaires avec les zooglœes facilement reconnaissables.

» Dans les générations d'inoculation plus avancées et dans les lésions

---

(1) Ils se colorent vivement par l'hématoxyline et par le violet de méthyle; mais, quand on décolore, leur coloration ne persiste pas, comme cela a lieu pour beaucoup d'autres micrococoques. Les méthodes de coloration qui mettent si bien en relief les bacilles de Koch n'ont pas d'action sur eux. Nous ne leur avons pas encore trouvé de technique qui leur soit spéciale.

plus anciennes, les zooglœes avaient disparu, en apparence tout au moins. Mais à la cinquième nous avons trouvé un certain nombre de bacilles; puis, à la sixième, tandis que nous ne trouvions ni zooglœes distinctes, ni bacilles, chez un animal tué au huitième jour, il en existait, au contraire, une notable quantité chez un autre tué au trentième jour.

» L'un de nous, ayant fait avec des fragments de même tubercule cutané des essais de culture d'après le procédé de Koch, obtint deux produits de culture qui furent inoculés. L'un donna lieu à une série de tuberculoses exactement semblables à celle que produit l'inoculation directe de ce tubercule cutané; c'est-à-dire des tuberculoses zooglœiques dans les premières générations, et bacillaires dans les suivantes. L'apparition des bacilles se fit à la troisième génération. L'autre produit de culture, qui nous avait paru moins bien réussi et qui ne fut inoculé qu'à un seul cochon d'Inde, détermina une tuberculose aiguë foudroyante et, dans les granulations, il fut trouvé, non des zooglœes, mais des bacilles en quantité considérable.

» Nous avons encore pu nous procurer trois autres pièces de tuberculoses non bacillaires (elles sont très rares) : c'étaient des parois d'abcès ossifluents enlevées sur le vivant par le râclage, dans le service de M. Lannelongue. L'une d'elles, recueillie et inoculée par M. Castro, détermina encore une série de tuberculoses semblable à celle que causent le tubercule cutané et le produit de culture; les bacilles se montrèrent à la troisième génération. Les deux autres ont produit, à la première génération d'inoculation (la seule que nous ayons examinée jusqu'ici), chez des animaux tués au onzième et au dix-septième jour, une tuberculose locale dans laquelle il n'a pas été possible de trouver des bacilles ou des zooglœes distinctes; peut-être y en avait-il de diffuses. Mais, chez les animaux tués au vingt-sixième et au vingt-neuvième jour, la tuberculose était déjà généralisée, et les granulations contenaient des bacilles.

» Comme on le voit : 1° des lésions tuberculeuses sans bacilles peuvent produire par inoculation des tuberculoses bacillaires, ce qui fait supposer que le parasite phymatogène existe déjà chez elles, mais non sous la forme bacillaire; 2° ces mêmes lésions peuvent aussi produire des tuberculoses non bacillaires, mais dans lesquelles il existe une autre forme ou espèce de parasite, lequel doit être considéré comme cause de la maladie; ce sont des amas zooglœiques de microcoques, des gliocoques, les uns parfaitement distincts, les autres plus ou moins diffusés; 3° dans les générations ultérieures d'inoculation, les zooglœes peuvent disparaître et les bacilles apparaître.

» Il semble donc que les bacilles, les zooglœes distinctes ou diffuses ne sont que des formes différentes du même micro-organisme, du parasite phymatogène. Cependant, comme nous n'avons pas encore pu saisir la transformation des zooglœes en bacilles, comme ces êtres ne se comportent pas de la même façon vis-à-vis des réactifs colorants, nous ne voulons rien affirmer (1). Ne se pourrait-il pas, par exemple, qu'ils soient d'espèces différentes, mais que les bacilles ne puissent apparaître que lorsque le terrain aurait été préparé par les zooglœes.

» En tout cas, si l'existence des bacilles de Koch peut démontrer la nature tuberculeuse d'une lésion, la réciproque n'est pas vraie, puisqu'il peut y avoir des tuberculoses sans bacilles (2). »

HISTOGÉNIE. — *Sur la spermatogénèse chez les Crustacés édriophtalmes.* Note de M. G. **Herrmann**, présentée par M. Ch. Robin.

« La spermatogénèse de ces Crustacés a lieu suivant un type tout autre que celle des Podophtalmes.

» Chez les espèces que nous avons examinées (appartenant aux genres *Ligia, Idotea, Sphæroma, Gammarus, Talitrum*), on trouve toujours (de mars à septembre), dans les trois diverticules effilés situés à la partie antérieure du canal testiculaire, des éléments spermatiques à différents états de développement ; il suffit donc, en général, de les préparer sur un petit nombre d'animaux, pour avoir la série à peu près complète de leurs transformations successives.

» On est frappé tout d'abord du volume considérable des ovules mâles, qui mesurent près de $0^{mm},1$ de diamètre, dont 0,06 pour le noyau, chez la Ligie, et qui présentent au début un réseau nucléaire très net. Plus bas, ils renferment des nucléoles de plus en plus nombreux, autour desquels semble se faire la segmentation du noyau. Au stade suivant, on trouve un groupe de noyaux plus petits, de forme irrégulière, souvent disposés en

(1) Nous ferons les mêmes réserves à propos des parasites décrits antérieurement dans la tuberculose, par Klebs, Aufrecht, Toussaint et autres.

(2) Une partie des faits que nous venons de résumer ont été déjà signalés à la Société de Biologie (voir séances du 12 mai et du 16 juin 1883). Ils seront exposés plus en détail et avec planches à l'appui dans les *Archives de Physiologie normale et pathologique* (numéro du 15 nov. 1883).

rosace ou en couronne circulaire dans le corps de l'ovule. Ce dernier se divise également, si bien qu'un peu plus loin on observe des amas de cellules en voie de prolifération active, et dont le volume diminue à mesure qu'elles se multiplient davantage. Bientôt ces éléments n'ont plus que $0^{mm},015$ environ de diamètre, et se composent alors d'un noyau arrondi, sans nucléole, entouré d'un corps cellulaire très réduit [1]. C'est à ce moment qu'apparaît le nodule céphalique, sous forme d'un petit disque excavé en cupule, très réfringent, appliqué sur le noyau dont il déprime légèrement la surface; le diamètre de ce disque est de $0^{mm},003$ à $0^{mm},004$.

» Les filaments spermatiques prennent naissance aux dépens des spermatoblastes, suivant le même mode que chez les Vertébrés. Mais le nodule céphalique, qui prend une part importante à la constitution de la tête du spermatozoïde chez tous les autres animaux que nous avons étudiés jusqu'à ce jour, ne paraît jouer ici qu'un rôle transitoire et tout à fait secondaire. Nous n'avons pu suivre exactement sa destinée ultérieure, mais, au stade le plus jeune que nous ayons observé ensuite, il n'en reste plus aucune trace.

» Le spermatoblaste est alors plus petit que précédemment ($0^{mm},1$) et son corps cellulaire est beaucoup plus développé, puisque le noyau ne mesure plus que $0^{mm},006$. Ce noyau est sphérique et homogène, à situation excentrique, de telle sorte que son pôle postérieur vient presque affleurer à la surface de la cellule, dont il n'est séparé que par un très petit corps foncé sur lequel vient s'attacher un mince flagellum (long. $= 0^{mm},025$), entièrement situé en dehors du spermatoblaste. Dès lors le spermatozoïde naissant se compose de trois segments : un segment céphalique comprenant le spermatoblaste avec son noyau, un segment moyen à peine visible, unissant le noyau à la surface du spermatoblaste et sur lequel est implanté le filament ou segment caudal.

» La suite du développement se réduit en substance à un allongement progressif de ces trois segments. Le noyau devient ovoïde à grand axe antéro-postérieur, puis il s'étire en un boudin étroit et se pelotonne sur lui-même dans le corps cellulaire (*Ligie*). Bientôt son extrémité postérieure adhérente au segment moyen se dégage du corps cellulaire du spermatoblaste; il se déroule en quelque sorte et devient droit à mesure qu'il sort

[1] Cette disparition du nucléole au moment où va se montrer le nodule céphalique paraît être une règle générale. Jamais nous n'avons vu ces deux parties exister conjointement.

de la cellule. Celle-ci diminue à vue d'œil, mais elle persiste encore pendant quelque temps sous forme d'un petit amas protoplasmique entourant la partie antérieure du noyau.

» Le segment moyen, très court, prend la forme d'un cône à base excavée coiffant l'extrémité postérieure du noyau; son sommet donne attache au flagellum, avec lequel il paraît être comme articulé.

» Mais c'est surtout le filament caudal qui subit un allongement démesuré par rapport aux autres parties : chez la *Ligie*, par exemple, le flagellum du spermatozoïde parfait atteint une longueur de $0^{m},003$ environ, tandis que la tête (noyau allongé) et le segment moyen réunis mesurent à peine $0^{mm},1$.

» Chez l'*Idotée*, les *Talitres* et les *Gammarus*, le noyau s'allonge simplement en ligne droite et se dégage aussitôt, sans s'enrouler préalablement dans l'intérieur du spermatoblaste.

» La tête seule se colore par les réactifs; elle est appendue, comme une sorte de banderole, à l'extrémité du flagellum rigide et rectiligne par l'intermédiaire du segment moyen, souvent difficile à mettre en évidence en raison de sa petitesse.

» Les filaments spermatiques sont réunis, au nombre de 80 à 100, en faisceaux volumineux, qui se trouvent logés dans des rainures longitudinales des cellules épithéliales tapissant la paroi des tubes. Il nous paraît hors de doute que chaque grappe de spermatoblastes, et par contre chaque faisceau, dérivent d'un même ovule mâle. Ce dernier, probablement, ne se divise qu'en partie comme chez les Vertébrés, mais nous n'avons point vu comment se transforme sa portion non segmentée. L'extrémité antérieure des faisceaux adultes est enveloppée dans une masse homogène et tenace qui semble représenter le dernier vestige du corps de l'ovule.

» Nous n'avons trouvé de spermatozoïdes isolés que dans l'oviducte de la femelle, où ils conservaient d'ailleurs leur aspect habituel et leur immobilité [1].

» Si l'on fait abstraction de la destinée du nodule céphalique, toute cette évolution rappelle d'une façon frappante celle des Sélaciens. Il est à remarquer que ces filaments spermatiques à trois segments distincts représentent un type bien plus complet que les spermatozoïdes des Podo-

[1] Ces recherches, comme celles qui concernent les Crustacés podophtalmes, ont été faites au Laboratoire de Zoologie maritime de l'État, à Concarneau, de mars à septembre, en 1882 et 1883.

phtalmes qui, malgré la complexité de leur structure, se trouvent réduits au seul segment céphalique (au moins ceux des Brachyures, dont les prolongements ne sont pas fixés sur un collier spécial). »

ZOOLOGIE. — *Sur la Sacculine interne, nouveau stade du développement de la* Sacculina Carcini. Note de M. **Yves Delage**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Lorsque, pour étudier l'embryogénie de la Sacculine, on cherche sur les Crabes des individus de plus en plus petits, on ne tarde pas à être frappé de ce fait, que l'on ne trouve pas de Sacculine dont la taille soit inférieure à 3^{mm} environ. J'ai examiné plusieurs milliers de Crabes infestés, sans trouver jamais une Sacculine plus petite. L'embryogénie de la Sacculine et des autres Rhizocéphales n'étant point connue, on n'a pu faire que des hypothèses sur leur développement, et l'hypothèse généralement admise est que la larve cypridienne du parasite se fixe par la tête à l'abdomen du Crabe, perd ses membres, insinue dans les tissus de sa victime une partie de sa tête, d'où poussent des tubes qui envahissent le Crabe tout entier. M. Giard a même été jusqu'à préciser les faits, en affirmant que le parasite se formait pendant l'accouplement des Crabes. Si cela était vrai, le fait que j'ai signalé serait vraiment inexplicable, car, entre une Sacculine de 3^{mm} et une Cypris qui n'a pas $0^{mm},2$ de long, il y a tout un monde d'états intermédiaires que l'on devrait retrouver. En outre, les plus petites Sacculines sont déjà semblables aux adultes et n'ont rien de commun avec un animal agile ou même pouvant se déplacer. Comment le parasite a-t-il pu venir ainsi tout formé du dehors?. La réponse est facile. Il ne vient pas du dehors, mais du dedans. Avant de se montrer au dehors, la Sacculine existe déjà dans l'abdomen du Crabe, entre l'intestin et la paroi du corps. Elle existe là au complet, avec son sac, ses ovaires, ses glandes accessoires, ses testicules, son système nerveux, et ce n'est qu'en grossissant qu'elle arrive à nécroser par compression les téguments du Crabe, à les amincir et finalement à les rompre pour faire effraction au dehors.

» A l'état le plus jeune où on puisse la trouver, la *Sacculine interne* consiste en une membrane en forme de sac aplati, étalée entre l'intestin et la paroi abdominale du Crabe, dans la cavité générale, au milieu d'un tissu cellulo-adipeux. De toute sa surface, mais surtout de ses bords irrégulièrement sinueux, partent les tubes qui, déjà à cette époque, ont envahi complètement le Crabe. La paroi de la membrane est revêtue d'une mince

couche chitineuse et formée de grosses cellules à noyau volumineux. L'intérieur est formé de cellules étoilées, dont les prolongements anastomosés entre eux font de l'ensemble une sorte de tissu conjonctif caverneux, dont les cavités innombrables communiquent toutes entre elles. Les grosses cellules pariétales se continuent dans les tubes. Dans sa région moyenne, la membrane, au lieu de rester mince, s'épaissit brusquement et forme une sorte de tumeur sur sa face superficielle. Au sein du tissu caverneux abondant qui remplit ce renflement, se trouve un amas sphérique de petites cellules, auquel j'ai donné le nom de *nucléus*. Les cellules du nucléus sont disposées de manière à former une masse centrale, séparée par un étroit espace d'une couche enveloppante. La Sacculine entière n'a pas, à ce moment, plus de $\frac{1}{3}$ de millimètre de large; le nucléus n'a guère que $0^{mm},05$ de diamètre; et cependant tout ce qui constituera la Sacculine adulte est représenté là. La membrane, avec son tissu caverneux, formera la *membrane basilaire;* le nucléus formera la *Sacculine externe;* dans ce nucléus, la couche sphérique de cellules représente le *sac;* l'amas central, la future *masse viscérale*.

» Il est à remarquer qu'à ce moment toutes les cellules du nucléus sont identiques. Aucune ne s'est différenciée, soit par sa nature, soit par sa position. Par suite de transformations que j'ai pu suivre pas à pas, et qui seront décrites tout au long dans un Mémoire dont ces Notes ne sont que l'avant-coureur, on voit se former successivement dans le nucléus toutes les parties de la Sacculine adulte. Dans la couche périphérique, les cellules multiplient, celles des bords s'allongent radialement, s'anastomosent et forment les gerbes de tissu conjonctif; les plus centrales s'allongent et s'anastomosent tangentiellement et forment les fibres musculaires. Dans l'amas central, les couches périphériques subissent une transformation analogue, pour former la paroi de la masse viscérale; parmi les cellules intérieures, les unes s'allongent et s'anastomosent pour former les plans musculaires transversaux, tandis que les autres, distribuées en deux groupes symétriques, restent arrondies et donnent les œufs, ainsi que les cellules testiculaires.

» Avant que ces modifications soient terminées, on voit se former, dans la portion du tissu caverneux qui sépare le nucléus de la paroi de la membrane, deux plans parallèles et contigus de cellules, disposés en travers par rapport à l'axe du Crabe. Ces cellules sécrètent bientôt entre elles une lame de chitine qui se fend. La fente s'ouvre et livre accès au nucléus hors de la cavité de la tumeur dans laquelle il était contenu. Le nucléus s'insinue peu à peu au dehors et arrive au contact des téguments du Crabe. Là il

continue à grossir, en se développant et en prenant peu à peu les caractères de la jeune Sacculine externe. Enfin, lorsqu'il a atteint 2^{mm}, 5 à 3^{mm}, il fait éclater les téguments du Crabe et se présente au dehors. Devenu Sacculine externe, il constitue alors ces jeunes parasites, les plus petits que l'on puisse voir extérieurement sous l'abdomen des Crabes. L'orifice de sortie ne tarde pas à se régulariser, toute trace d'effraction disparaît, mais à l'intérieur du Crabe restent les tubes suceurs et la fosse aplatie d'où est sorti le nucléus et qui formera la *membrane basilaire* que nous avons signalée chez l'adulte.

Mâles complémentaires. — Au moment où la Sacculine vient de devenir externe, l'orifice de son cloaque est fermé, et une mince membrane chitineuse, soudée au pourtour de celui-ci, l'entoure tout entière. Au bout de peu de temps, cette pellicule se rompt et reste adhérente seulement au pourtour du cloaque. De jeunes Cypris arrivent alors et, s'insinuant sous elle, se fixent par leurs antennes aux bords de cet orifice. *Le fait est constant. Toutes les Sacculines jeunes ont ainsi des Cypris fixées à leur cloaque.* Elles en ont rarement une seule, ordinairement deux à cinq, et j'en ai trouvé jusqu'à douze. Ce fait n'avait jamais encore été constaté chez la Sacculine ni, avec cette généralité, chez aucun Rhizocéphale. La présence de nombreuses Cypris autour du cloaque prouve nettement que ces êtres remplissent là les fonctions de mâles, comme l'a fort bien compris Fritz Müller. Plus tard, la pellicule cloacale tombe en entraînant la dépouille des Cypris, et le cloaque s'ouvre. »

ZOOLOGIE. — *Sur la faune des Phallusiadées des côtes de Provence.* Note de M. L. **Roule**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Le Mémoire que j'ai rédigé sur les Phallusiadées des côtes de Provence ne comporte pas seulement l'examen détaillé de la structure de ces êtres, structure dont j'ai déjà signalé dans plusieurs Notes les traits principaux, mais aussi une étude zoologique attentive des formes qui habitent nos côtes. Les divers types d'Ascidies simples ne diffèrent pas beaucoup les uns des autres, dans la même famille, par leur aspect extérieur, et l'on ne peut s'en tenir à cette seule particularité pour les distinguer ; il est nécessaire de pénétrer plus loin encore dans la structure anatomique, d'examiner les aspects des organes internes, pour mieux asseoir la caractéristique des genres et des espèces.

» En étudiant de cette manière les diverses formes de Phallusiadées, on

reconnaît qu'on peut les diviser naturellement en deux groupes principaux, les Cionidées et les Phallusidées; une telle distinction a déjà été proposée par Savigny. Chez les Cionidées (*Phallusiæ Cionæ*, Sav.), la branchie n'est pas étendue jusqu'à l'extrémité postérieure du corps, et les viscères (tube digestif, cœur, ovaire) sont situés en arrière d'elle; chez les Phallusidées (*Phallusiæ simplices* et *pirenæ* de Savigny), la branchie est étendue jusqu'à l'extrémité postérieure du corps et les viscères sont placés sur ses côtés. Les Cionidées ne renferment que le seul genre *Ciona*, Fl., dont deux espèces habitent les côtes provençales; l'une, la *C. intestinalis*, L., très commune dans l'eau saumâtre des ports, fixée sur les parois des quais, correspond aux *C. intestinalis* figurées par Savigny et par Heller; l'autre, la *C. Savignyi*, Herdman, habite la vase sableuse des grands fonds (80^m à 150^m). La répartition géographique de ces deux espèces est considérable, puisque les individus de *C. intestinalis* ont été trouvés dans la plupart des mers d'Europe, des mers américaines et jusque sur les côtes océaniennes; d'un autre côté, l'unique individu de *C. Savignyi* recueilli par les naturalistes du *Challenger*, et décrit par M. Herdman, provient des mers du Japon.

» Toutes les formes de Phallusidées qui habitent les côtes de Provence offrent ce caractère général, d'avoir les viscères sur le côté gauche de la branchie (Ascidinées); elles diffèrent ainsi des Corellinées qui les ont placés sur le côté droit, et des Hypobythinées qui les ont placés sur la face dorsale de cet organe. Les Ascidinées de nos côtes peuvent être rangées, d'après leur structure interne, en trois groupes principaux auxquels il est permis d'accorder le nom de genres, si l'on en juge d'après l'importance des caractères qui les distinguent.

» Chez les *Phallusia* (*Ph. simplices*, Sav.), la région postérieure de la branchie est recourbée et rabattue sur elle-même; une seule espèce de ce genre, commune dans les prairies de Zostères, la *Ph. mamillata*, Cuv. ou *Ph. venosa*, D. C., habite nos côtes; une variété plus globuleuse et de couleur plus jaunâtre fréquente les bancs d'algues qui tapissent les bords des calanques peu profondes; la *Ph. urtica*, Risso, paraît être une jeune *Ph. mamillata* des prairies de Zostères. La branchie, chez les deux autres groupes génériques d'Ascidinées, n'est jamais recourbée ni rabattue sur elle-même. Chez les *Ascidia* vraies, la glande hypoganglionnaire et le ganglion nerveux sont toujours éloignés de l'organe vibratile, et, la bouche œsophagienne n'étant pas située même à l'extrémité postérieure de la branchie, le raphé dorsal se continue encore en arrière d'elle; par contre, chez les *Ascidiella*, le raphé dorsal se termine sur le pourtour de la bouche œsophagienne, et la glande

hypoganglionnaire est placée, avec le ganglion nerveux qui l'accompagne, immédiatement en arrière de l'organe vibratile; par ces deux caractères, les *Ascidiella* se rapprochent des *Ciona*.

» L'*Ascidiella cristata*, Risso, habite les eaux saumâtres des ports de Marseille; la plupart des individus sont un peu plus petits que ceux de la mer Adriatique décrits par Heller; l'*Ascidiella scabra*, O. T. M., vit fixée sur les rochers des bords des calanques. Cette dernière espèce est surtout remarquable par les variations de structure de sa trame branchiale, cette trame étant parfois formée seulement par une membrane percée çà et là de tréma irréguliers. Enfin, l'*A. lutaria* nobis, caractérisée par le prolongement postérieur de sa cuticule, qui fixe et supporte l'individu, a été draguée dans la vase qui constitue le fond (40^m à 60^m) de la région nord du golfe de Marseille.

» Les espèces d'*Ascidia* sont plus nombreuses; l'*A. mentula*, O. T. M., le type du genre, habite les prairies de Zostères, côte à côte avec la *Ph. mamillata;* suivant que les individus vivent dans l'intérieur des prairies ou seulement sur les bords, leur teinte, rougeâtre ou verdâtre en général, devient plus foncée ou plus claire. On trouve les *A. producta*, Hanc., beaucoup plus petites en général que celles de l'Océan, fixées sur les détritus tombés dans les bassins des nouveaux ports. Sur les pierres des bords des calanques, vit à une faible profondeur une *Ascidia* particulière que j'ai nommée *A. Marioni,* dépourvue d'organe vibratile, cet organe étant remplacé, comme chez les *Ph. mamillata,* par des canaux secondaires qui débouchent le long du raphé dorsal dans la cavité branchiale. La vase amenée par les eaux du Rhône, qui recouvre le fond du golfe de Fos et la partie nord de la rade de Marseille, renferme l'*A. depressa,* Ald.; enfin, la vase sableuse des grands fonds m'a fourni deux exemplaires de la grande *A. involuta,* Hell.

» Je ne m'occupe dans cette Note que d'une famille d'Ascidies. L'énumération qui précède est cependant suffisante pour faire comprendre les caractères de la forme des Tuniciers qui peuplent cette partie de nos côtes [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait dans le Laboratoire de Zoologie marine de Marseille.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur la cavité du corps et l'appareil sexuel de la* Spadella Marioni. Note de M. P. Gourret, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« La cavité générale de la *Spadella Marioni* est surtout développée au niveau de l'intestin, où elle comprend deux chambres latérales parallèles, limitées en dehors par la musculature et ne communiquant entre elles que par les boutonnières creusées dans le mésentère. Dans la région postérieure du tronc, par suite du développement des ovaires, le cœlôme se divise en quatre chambres, dont deux dorsales et deux ventrales. Ces dernières se réduisent de plus en plus à mesure qu'on se rapproche de la terminaison du tronc; dans ce point elles disparaissent même complètement. La cavité générale n'est pas reconnaissable dans la région caudale, occupée par les glandes sexuelles mâles. D'autre part, à la partie antérieure du corps, les deux chambres latérales typiques du tronc se réduisent beaucoup, notamment au niveau de l'œsophage, par suite du développement en ce point des muscles des parois du corps. La disposition du cœlôme enfin est très complexe dans la tête, où la cavité générale existe sous forme de vides, d'ordinaire intramusculaires.

» Dans toute son étendue, cette cavité présente un revêtement endothélial, dont les cellules ne sont guère visibles que par leurs noyaux. La face libre de ces cellules est le plus souvent assez bien indiquée dans le voisinage des ovaires. Le liquide du cœlôme contient des corpuscules figurés, dont le contour assez net limite une masse foncée, au centre de laquelle est une zone nucléaire assez facile à observer.

» De chaque côté du pharynx, se trouve un organe glandulaire renflé à la face ventrale et débouchant par un court canal à la face opposée, entre le prépuce et l'épiderme céphalique. La portion renflée est tapissée de grosses cellules cylindriques ou coniques, dont le contenu, généralement granuleux, semble parfois constitué par de nombreux petits corps polygonaux. Quant aux cellules du canal, elles ont un contenu homogène et un noyau brillant à leur centre. Cet organe peut être considéré comme un appareil excréteur particulier, analogue, au point de vue anatomique seulement, aux organes segmentaires que Claparède a décrits dans les anneaux antérieurs des Annélides tubicoles.

» L'appareil reproducteur femelle se compose de deux parties symétriques. Chacune d'elles comprend un ovaire, un oviducte et une vésicule séminale. L'ovaire, placé entre la terminaison de l'intestin et les parois du corps, en arrière du ganglion abdominal, est formé par une enveloppe anhiste, tapissée de cellules coniques dont le sommet est tourné en dedans. Ces dernières, rangées en une seule couche, montrent un nucléus central et un protoplasme homogène. L'enveloppe est partout ininterrompue, sauf le point où l'oviducte débouche dans l'ovaire. Les diverses ouvertures que Grassi décrit comme faisant communiquer l'oviducte et la glande femelle ne paraissent pas exister dans la *Spadella Marioni*. L'oviducte est situé à la région latérale externe de l'ovaire et se continue en arrière par une poche copulatrice, qui débouche à l'extérieur par une ouverture ventrale, et non sur les côtés comme cela paraît avoir lieu chez les diverses espèces (Hertwig, Grassi). La paroi de l'oviducte comprend une membrane anhiste, une couche de fibres musculaires longitudinales et un feuillet épithélial. Ce dernier se compose de cellules cylindriques ou coniques, dont le contenu homogène montre un noyau basilaire. En certains points, ces cellules font défaut, sans doute par suite d'une exfoliation, d'ailleurs toute temporaire.

» L'appareil reproducteur mâle occupe la région caudale, séparée du tronc par une cloison transversale. Il est symétrique. Il comprend de chaque côté une glande, un canal déférent et une vésicule spermatique. Chaque glande peut être considérée comme une chambre indivise, dans laquelle il ne semble pas qu'on puisse distinguer une région testiculaire proprement dite et une région incubatrice ; car elle est tapissée sur toute sa face interne par la même couche cellulaire destinée à la production des éléments mâles. Ceux-ci, après leur formation, se détachent et tombent dans la cavité, où ils sont soumis à une véritable circulation très lente à la base de la glande, au contraire très rapide dans le reste de cet organe. Des fibres musculaires longitudinales fixent le sommet du testicule au fond de la cavité caudale. Parmi ces fibres, certaines longent le bord interne de la glande mâle et contribuent ainsi à compléter la cloison intertesticulaire, tandis que quelques autres, plus externes, la séparent de la vésicule spermatique et du canal déférent. Ce canal commence vers le tiers antérieur du testicule, dont il occupe la paroi externe jusqu'à sa terminaison. A son origine, il communique avec la glande mâle par une ouverture assez étroite, qui sert au passage des spermatozoïdes. La vésicule spermatique, en forme d'olive, fait saillie hors des téguments et correspond au tiers inférieur des testicules. Elle se met en rapport avec l'ex-

térieur par une ouverture latérale pourvue d'une petite proéminence conique.

» La glande mâle présente un épithélium interne, composé de cellules d'ordinaire peu nettes, mais dont le nucléus basilaire et foncé est en général bien évident. En dehors est une couche anhiste peu épaisse, qui sépare l'épithélium des fibres musculaires longitudinales plus externes. Celles-ci sont situées entre le testicule et le canal déférent, lequel se constitue par une membrane conjonctive, contre laquelle s'adossent des cellules épithéliales. Ces cellules sont les unes cylindriques, petites, pourvues d'un nucléus central plongé dans un protoplasme homogène, les autres plus volumineuses, plus réfringentes et innucléées, de nature probablement glandulaire (¹). »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Deuxième Note pour servir à l'histoire de la formation de la houille;* par M. **B. Renault**, présentée par M. P. Duchartre.

« Récemment (²), j'ai montré que, dans un grand nombre de cas, les végétaux qui ont formé la houille présentent encore une structure organique reconnaissable et peuvent être identifiés aux plantes de même espèce trouvées à l'état fragmentaire dans les gisements silicifiés ou carbonatés, lorsque ces végétaux ont été protégés contre un écrasement complet par des dépôts concomitants de sable ou d'argile.

» Dans la Note que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie, je désire préciser les caractères extérieurs de la houille qui permettent cette identification; je commencerai par la famille des *Calamodendrées*. Cette famille comprend les trois genres suivants :

» *Calamodendron* Br., *Arthropitus* Goep. et *Asolenoxylon* B. R.

» La famille est caractérisée par des tiges et des rameaux articulés, à moelle volumineuse, souvent réduite, dans les grosses tiges, à de simples diaphragmes correspondant aux articulations. Les coins ligneux font saillie du côté de la moelle ; le moulage de celle-ci a donc donné de nombreuses *formes* calamitoïdes. Le bois est composé de trachéides rayées,

(¹) Ce travail a été fait au Laboratoire de Zoologie marine de Marseille.

(²) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* séance du 20 août 1883.

réticulées ou ponctuées; l'écorce est lisse à la surface, relativement peu épaisse et généralement cellulaire. Les racines adventives sont verticillées, possèdent du bois *secondaire*, et, lorsque le bois primaire est bipolaire, son plan est orienté *parallèlement* à l'axe de la tige. Les rameaux sont également verticillés et naissent à l'aisselle d'une feuille. Les rayons médullaires sont formés de cellules parallélépipédiques dont la hauteur *surpasse* toujours les autres dimensions.

» Les fructifications mâles sont spiciformes et les bractées fertiles *paraissent* porter à leur face inférieure des sacs polliniques?

» Il est possible que certaines graines du type *Stephanospermum* se rattachent à cette famille.

» Genre *Calamodendron*: Les tiges appartenant à ce genre présentent, dans les régions dépourvues de rameaux, des articulations espacées ($0^m,15$ à $0^m,40$).

» Dans les parties au contraire qui en sont pourvues, les entre-nœuds se réduisent à quelques centimètres. Les articulations ainsi rapprochées se succèdent quelquefois pendant longtemps et peuvent dépasser le nombre de cinquante; elles reprennent ensuite leur écartement primitif pour se rapprocher encore lors d'une nouvelle émission de rameaux. Ces derniers sont tantôt disposés régulièrement en quinconce sur chacune des articulations qui se suivent (*Cal. congenium*), tantôt ils n'apparaissent qu'à certains intervalles et sur un petit nombre d'entre elles (*Cal. striatum*).

» Les coins ligneux des rameaux et des tiges sont entourés, sauf sur leur côté périphérique, d'une gaine prosenchymateuse qui s'accroît en même temps que le bois, du centre à la circonférence; entre les gaines de deux coins voisins se trouve une lame mince du tissu fondamental secondaire.

» Sur une coupe transversale ou bien longitudinale tangentielle, le bois se montre composé de bandes rayonnantes ou parallèles alternant régulièrement et d'aspect différent, les unes formées par le tissu ligneux, les autres par les gaines prosenchymateuses. Dans le *Calamodendron congenium*, les bandes fibreuses l'emportent sur les bandes ligneuses; le contraire a lieu pour le *C. striatum*. Chaque coin ligneux est muni, vers son extrémité interne, d'un canal longitudinal. Le liber ne possède que des éléments mous.

» L'écorce, peu épaisse, est entièrement cellulaire et lisse à la surface.

» Les racines adventives renferment de sept à dix faisceaux primaires centripètes, acquièrent du bois secondaire et sont pourvues d'une écorce épaisse et cellulaire creusée de lacunes.

» La houille de Calamodendrons recueillie soit dans les lentilles ou rognons épars dans les couches exploitées, soit autour des troncs isolés et longs de plus de 10^m, a conservé les principaux caractères énumérés plus haut et relevés dans les échantillons silicifiés.

» En effet, sur les cassures fraîches, on y reconnaît, à l'œil nu ou aidé de la loupe, les bandes alternantes caractéristiques du genre, les unes plus brillantes, les autres plus mates d'aspect; l'analyse microscopique a montré que les bandes brillantes correspondaient aux gaines prosenchymateuses; on y distingue la lame de tissu fondamental secondaire qui sépare les coins ligneux; les bandes plus ternes sont dues au tissu ligneux qui, suivant les espèces, est composé de trachéides rayées, ponctuées et réticulées.

» Les mêmes différences d'épaisseur entre les bandes ligneuses et leur gaine, qui distinguent le *Cal. congenium* et le *Cal. striatum*, se conservent dans la houille provenant de leur bois, que ces bandes soient restées dans leur position rayonnante naturelle, ou que, sous la pression des terrains environnants, elles se soient repliées diversement en zigzag. L'épaisseur de la couche de houille peut mesurer $0^m,04$ à $0^m,05$ dans la première de ces espèces; elle est un peu plus faible dans la dernière, qui ne paraît pas avoir atteint la même hauteur verticale.

» L'épaisseur moyenne d'un coin ligneux et de sa gaine houillifiés, dans le *C. striatum*, est de $1^{mm},3$; dans le *C. congenium*, elle est de $0^{mm},55$. La contraction éprouvée par les éléments organiques en se transformant en houille varie de la moitié au cinquième des dimensions primitives et dépend, en partie, des compressions extérieures que la plante a subies. Les sillons longitudinaux internes correspondant à l'étui médullaire se reconnaissent assez bien sur les fragments de houille qui environnent la moelle, mais sont moins marqués que dans le genre *Arthropitus*; cela tient à la faible épaisseur de la lame de tissu fondamental séparant les coins ligneux dans les Calamodendrons.

» Les préparations pour le microscope ne font pas voir de houille provenant de l'écorce, soit que la pellicule en soit trop faible ou les tissus trop écrasés, soit qu'elle se fût détachée avant la houillification. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur une météorite ferrifère, tombée le 28 janvier 1833 à Saint-Caprais-de-Quinsac (Gironde).* Note de MM. G. **Lespiault** et L. **Forquignon**, présentée par M. Daubrée.

« Le dimanche 28 janvier 1883, à $2^h 45^m$ de l'après-midi, la population tout entière de Saint-Caprais-de-Quinsac (Gironde) fut mise en émoi par une série de cinq violentes détonations, comparables à des coups de canon et suivies d'un bruit pareil à une fusillade. Les personnes qui se trouvaient hors des maisons aperçurent alors, au point d'où semblait partir le bruit, un nuage noir, pareil à la fumée produite par une explosion et très distinct des nuages ordinaires qui parcouraient le ciel. Deux cultivateurs, M. Jean Perrotin et son fils, virent en même temps un objet enflammé tomber rapidement dans la direction du sud-est, si près d'eux qu'ils purent noter le point précis où cet objet avait touché terre.

» On ne songea pas, le jour même, à rechercher l'aérolithe. Mais, le lendemain, un propriétaire de Cambes, M. Elliot, mit en réquisition les témoins du phénomène et, à l'endroit même qu'ils avaient indiqué, on déterra une pierre très dense pesant $282^{gr},5$ et enfoncée dans la terre à $0^m,10$ de profondeur. Les dimensions du trou, à la surface, étaient $0^m,06$ sur $0^m,04$. Cette pierre, remise à M. Lespiault par M. Labouchède, parent de M. Elliot, ne présente aucune cassure et a beaucoup des apparences d'un caillou ordinaire. Toutefois, indépendamment de sa grande densité, elle possède, sur un de ses côtés, de fines craquelures très caractéristiques, et sur l'autre, une teinte noire aussi marquée que si elle était entièrement tachée d'encre.

» Le nombre des détonations entendues à Saint-Caprais et aussi dans les communes voisines pourrait faire supposer qu'il y a d'autres fragments; mais ceux-ci, s'ils existent, n'ont pas été recueillis.

» M. Forquignon a examiné cette pierre et en a déterminé la densité, en mesurant très exactement le volume de mercure qu'elle déplace. Le chiffre 3,3, ainsi trouvé, est notablement supérieur à la densité des roches et des minéraux les plus répandus. La pierre, sciée longitudinalement, montre dans toute sa masse de nombreuses particules de fer natif, de forme et de dimensions variables, mais très uniformément distribuées. Les deux plus grosses de ces particules ($0^m,002$ de diamètre environ) sont incluses

dans un petit rognon allongé, qui présente l'éclat métallique et la couleur bronzée de la pyrrhotine. La croûte extérieure, noirâtre, paraît devoir sa coloration à de l'oxyde de fer : son épaisseur, fort régulière, est d'environ $0^m,001$. Les mouches de fer natif pénètrent cette croûte, en beaucoup d'endroits, presque jusqu'à la périphérie.

» Quant à la partie pierreuse, qui a pu être étudiée au microscope polarisant, grâce à une coupe en lame mince, elle paraît constituée, en majeure partie, par de l'augite et de l'olivine grisâtres.

» L'examen minéralogique vient donc absolument confirmer les caractères d'authenticité énumérés plus haut et permet de ranger le bolide de Saint-Caprais dans la classe des météorites sporadosidères. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la variation diurne du baromètre à différentes altitudes et sur l'existence d'un troisième maximum barométrique*; par M. Ch. André.

« Le service météorologique de l'Observatoire de Lyon comporte trois stations d'altitudes différentes, quoique d'ailleurs assez rapprochées l'une de l'autre pour que, dans un grand nombre de cas, on puisse les considérer comme se trouvant sur la même verticale.

» L'une est au Parc de la Tête-d'Or, à l'extrémité nord-est de Lyon (175^m); l'autre sur un des sommets de la chaîne du mont d'Or, le mont Verdun, au nord de Lyon, à 10^{km} environ de la première (625^m); la troisième est à Saint-Genis-Laval, à 10^{km} du Parc et au sud de Lyon (300^m).

» Chacune de ces stations est munie d'instruments enregistreurs de même type, construits par M. Rédier, et les réductions des nombres enregistrés sont faites par une même personne, M. Marchand. Les résultats donnés par leur discussion graphique, et dont quelques-uns me paraissent observés pour la première fois, montrent l'utilité d'un pareil ensemble pour la Météorologie statique : je cite ici ceux qui se rapportent à la variation diurne du baromètre pendant les différentes saisons de l'année météorologique 1880-81. Ils sont en grande partie résumés dans le Tableau ci-dessous, où les valeurs des maxima et des minima sont représentées, en centièmes de millimètre, par leurs différences avec la valeur moyenne pour l'intervalle considéré; les heures comptées à partir de minuit, de 0^h à 24^h, et où l'on a tenu compte, par une interpolation convenable, de la partie non périodique de la variation diurne pour chacun des jours moyens obtenus.

Marche diurne du baromètre à différentes altitudes en 1881.

	PREMIER minima.		PREMIER maxima.		DEUXIÈME minima.		DEUXIÈME maxima.		PREMIER minima.		PREMIER maxima.		DEUXIÈME minima.		DEUXIÈME maxima.	
	Valeur.	Heure.	Valeur.	Heure.	Valeur.	Heure.	Valeur.	Heure.	Valeur.	Heure.	Valeur.	Heure.	Valeur.	Heure.	Valeur.	Heure.
	Hiver 1880-81.								*Printemps* 1881.							
		h		h		h		h		h		h		h		h
Parc........	−12	5,5	+49	10,6	−55	14,5	+32	23,2	− 1	4,0	+52	8,6	−71	16,9	+21	24,0
Saint-Genis...	−19	5,2	+43	10,6	−43	14,4	+24	23,2	−12	4,2	+51	9,6	−63	17,2	+16	22,2
Mont-Verdun..	−33	5,5	+39	11,2	−17	14,2	+23	23,2	−28	4,4	+41	10,4	−33	16,7	+15	22,0
	Été 1881.								*Automne* 1881.							
Parc..........	+ 2	3,1	+61	8,5	−90	17,1	+36	23,6	− 7	4,3	+45	9,1	−59	16,1	+30	24,0
Saint-Genis...	− 5	3,0	+57	8,6	−71	17,4	+25	23,2	−16	4,4	+46	9,7	−43	16,8	+22	22,3
Mont Verdun..	−23	3,6	+36	10,1	−42	17,4	+25	22,4	−28	4,7	+34	10,3	−21	16,2	+21	22,0
	Année 1880-81.								*Décembre* 1880.							
Parc..........	− 2	3,8	+48	9,4	−65	16,2	+28	23,4	−17	6,0	+51	10,0	−64	14,2	+37	23,2
Saint-Genis...	−11	4,2	+46	9,8	−51	16,5	+22	22,8	− 9	6,1	+38	10,3	−58	14,2	+34	23,2
Mont Verdun..	−25	4,7	+34	10,3	−26	16,7	+19	22,2	−30	5,5	+35	10,4	−39	14,0	+25	22,6

» 1° Le minimum de la nuit est d'autant plus bas que la station est plus élevée; c'est l'inverse pour celui du soir.

» 2° Dans le jour barométrique moyen annuel, les différences entre les minima de la nuit, aux deux stations élevées et à la station basse, sont très sensiblement dans le même rapport que les différences d'altitude de ces deux stations (2,7 au lieu de 2,6).

» 3° Les maxima sont tous deux d'autant plus élevés que la station d'observation est plus basse : la différence entre le maximum du matin, toujours le plus grand, et celui du soir, est beaucoup moindre dans la station élevée que dans la station basse.

» 4° Le maximum du matin se produit beaucoup plus tard à la station haute qu'à la station basse.

» 5° L'oscillation diurne qui, dans la station basse, est sensiblement quadruple (3,7 en moyenne) de l'oscillation nocturne, lui devient au contraire presque égale (1,4 en moyenne) dans la station élevée.

» 6° Les heures où la pression barométrique passe par sa valeur moyenne sont, en toutes saisons, très variables avec l'altitude de la station.

Pour le premier et le dernier de ces quatre passages, cette heure est d'autant plus hâtive que la station est plus élevée; c'est l'inverse pour le second et le troisième.

» D'ailleurs, dès l'altitude de Saint-Genis, la pression barométrique passe, en été, quatre fois par jour par sa valeur moyenne.

Heures de la pression barométrique moyenne pour l'an 1880-81.

Stations.	Premier passage.	Deuxième passage.	Troisième passage.	Quatrième passage.
	h	h	h	h
Parc.................	3,1	4,7	12,3	20,3
Saint-Genis...........	2,1	5,7	12,5	20,2
Mont Verdun..........	1,3	7,4	13,1	19,5

» En résumé, à mesure qu'on s'élève, dans les limites d'altitude considérée, la courbe barométrique de variation diurne tend à se composer de deux sinusoïdes égales.

» 7° En hiver, entre 2^h et 3^h du matin ($2^h 6^m$ en moyenne), on retrouve dans nos trois stations le *troisième maximum barométrique* déjà signalé par M. Rykatchew. Cette oscillation, qui commence à se faire sentir dès le mois d'octobre, augmente jusqu'en décembre, où elle atteint son maximum, et disparaît complètement dans le mois de mars; son amplitude, variable avec l'année, atteint parfois $0^{mm},2$.

Amplitude de l'oscillation au voisinage du troisième maximum.

Stations.	1^h.	1^h5.	2^h.	2^h5.	3^h.	3^h5.	4^h.	4^h5.	5^h.	5^h5.	6^h.
Parc................	0	7	15	20	15	9	6	4	3	1	0
Saint-Genis..........	0	2	8	13	11	8	6	5	3	1	0
Mont Verdun.........	0	3	7	12	17	15	10	5	1	0	0

M. Ch.-V. Zenger adresse une Note relative à la périodicité des tremblements de terre.

L'auteur s'efforce de montrer que les tremblements de terre sont soumis à la loi générale de périodicité qu'il a signalée, pour tous les grands mouvements terrestres et planétaires. Les intervalles écoulés entre ces phénomènes seraient toujours des multiples de la durée de la demi-rotation solaire, $12^j,5935$. D'où il conclut qu'une même cause produit tous ces effets si divers : orages électriques ou magnétiques, aurores boréales, tempêtes, tremblements de terre et éruptions volcaniques.

M. **Darreau** adresse une nouvelle Note relative à l'emploi de l'acide sulfurique, pour le traitement des matières animales infectées de principes contagieux.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et Chirurgie, par l'organe de son Doyen, M. Gosselin, présente la liste suivante de candidats, pour la place laissée vacante par le décès de M. *Cloquet*.

En première ligne . . . . M. **Charcot**.
En deuxième ligne. . . . . M. **Sappey**.
En troisième ligne. . . . . M. **Hayem**.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures. J. B.